ИЗЛОЖЕНІЕ
СИСТЕМЫ МІРА.

сочиненіе

МАРКИЗА ЛАПЛАСА,

переведенное

М. С. ХОТИНСКИМЪ.

ТОМЪ ПЕРВЫЙ.

ИЗДАНІЕ ТОВАРИЩЕСТВА «ОБЩЕСТВЕННАЯ ПОЛЬЗА».

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

1861.



ПЕЧАТАТЬ ПОЗВОЛЯЕТСЯ

съ тѣмъ, чтобы по отпечатанiи представлено было въ Цензурный Комитетъ узаконенное число экземпляровъ. Санктпетербургъ, Апрѣля 15-го дня, 1861 года.

Цензоръ *В. Бекетовъ.*



Въ типографiи Императорской Академiи Наукъ.

ОГЛАВЛЕНIЕ

ПЕРВАГО ТОМА.

ПРИМѢЧАНІЯ ПЕРЕВОДЧИКА.

(Особое приложеніе.)

ОТЪ ПЕРЕВОДЧИКА.

Въ 1858 году, бывшій Торговый домъ Гг. Струговщикова, Похитонова и Водова, начавъ свою дѣятельность по изданію на русскомъ языкѣ книгъ, относящихся къ различнымъ отраслямъ естествознанія, предложилъ мнѣ перевести «*Изложеніе Системы Міра*» Лапласа.

Я былъ довольно коротко знакомъ съ этою книгою и, полагая что переводъ ея не представитъ особыхъ затрудненій, принялъ сдѣланное мнѣ предложеніе. Можетъ быть, этому рѣшенію много содѣйствовало самолюбивое желаніе написать свое имя на заглавномъ листѣ перевода знаменитаго сочиненія. Я усердно принялся за трудъ, но вскорѣ тяжкая болѣзнь заставила меня отложить эту работу на цѣлый годъ, такъ что я могъ возвратиться къ ней только въ 1860 году. Но чѣмъ болѣе подвигался мой переводъ, тѣмъ неодолимѣе представлялись мнѣ его трудности. Я нѣсколько разъ готовъ былъ отказаться отъ этого не-посильнаго труда; но, съ одной стороны, я былъ связанъ условіемъ, заключеннымъ съ бывшимъ *Торговымъ домомъ*, который уже объявилъ о скоромъ выходѣ въ свѣтъ моего перевода и успѣлъ напечатать переведенную мною половину перваго тома; съ другой же стороны, я былъ ободряемъ совѣ-

тами и поощреніями моихъ ученыхъ друзей, слишкомъ снисходительно смотрѣвшихъ на мой трудъ. Наконецъ, дѣло сдѣлано и книга является въ свѣтъ. Я первый сознаюсь въ слабости моего перевода, и съ полнымъ уваженіемъ выслушаю отзывы знатоковъ дѣла, чтобы поучиться самому и воспользоваться совѣтами, въ случаѣ что я дождусь втораго изданія моего перевода. Единственное извиненіе мое въ глазахъ безпристрастныхъ читателей и критиковъ, но за то извиненіе весьма уважительное, заключается въ чрезвычайной трудности переводить такого автора какъ Лапласъ. Не испытавъ, трудно повѣрить до какой степени неодолимъ этотъ писатель, особенно въ сочиненіи, лежащемъ теперь предъ читателемъ: какъ передать эту силу, выразительность и сжатость слога, не жертвуя ясностью? Я самъ узналъ и оцѣнилъ вполнѣ всѣ эти затрудненія, только кончивъ переводъ книги. На этомъ основаніи я надѣюсь на снисхожденіе читателя.

Прошу еще позволенія сказать нѣсколько словъ о самой книгѣ:

Лапласъ, одинъ изъ геніальнѣйшихъ геометровъ новѣйшаго времени и всѣхъ вѣковъ[1]), написалъ три безсмертныхъ творенія: «Небесная механика»[2]),

---

[1]) Маркизъ Лапласъ, перъ Франціи, членъ французскаго института и почти всѣхъ академій и ученыхъ обществъ Европы, родился въ Бомонѣ на Ожѣ, 28-го марта 1749 года; умеръ, въ Парижѣ, 5-го марта 1827 года, почти 78-ми лѣтъ отъ роду. Отецъ его былъ простой земледѣлецъ.

[2]) I и II томы «*Небесной Механики*» были изданы въ 1799 году; III томъ, въ 1802 году; IV томъ, въ 1805 г.; книги XI и XII, принадлежащія къ пятому тому, явились въ свѣтъ въ 1823 году; XIII, XIV и XV, въ 1826 г., а XVI книга въ 1825 году. Это сочиненіе посвящено сперва генералу Наполеону Бонапарту, члену института, а потомъ императору Наполеону I.

«Аналитическая теорія вѣроятностей»[1]) «и Изложеніе Системы Міра». Эти книги—истинные памятники науки; но первыя двѣ недоступны для популярнаго чтенія и требуютъ, для пониманія, весьма обширныхъ свѣдѣній въ математическомъ анализѣ. Кто незнакомъ съ исчисленіемъ безконечныхъ, тотъ безполезно будетъ читать эти книги. Совсѣмъ другое представляютъ творенія того же автора: «Изложеніе Системы Міра» и «Философскій опытъ о вѣроятностяхъ»[2]).

Вотъ какими словами выражается, по этому предмету, Араго̀, въ своей біографіи Лапласа[3]).

«Изложеніе Системы Міра» есть *кодексъ* астрономіи. Это та же «Небесная Механика», только освобожденная отъ формулъ, безъ которыхъ не можетъ обойтись ни одинъ астрономъ, желающій, какъ выразился Платонъ, узнать числа, управляющія вещественнымъ міромъ. Въ «Изложеніи Системы Міра» незнакомый съ математикою можетъ почерпнуть точное понятіе о сущности способовъ, которымъ физическая астрономія обязана своими удивительными успѣхами. Это сочиненіе, написанное съ благородною простотою, съ изяществомъ выраженій, со строгою точностію,

---

[1]) «Аналитическая теорія вѣроятностей» явилась первымъ изданіемъ въ 1812 году. Араго̀, въ біографіи Лапласа, говоритъ объ этой книгѣ, что она «достойна автора *Небесной Механики*».

[2]) «Философскій опытъ о вѣроятностяхъ» Лапласа принадлежитъ къ числу почти популярныхъ сочиненій. Это развитіе лекціи, читанной Лапласомъ въ 1795 году, въ Нормальной Школѣ, гдѣ онъ, вмѣстѣ съ Лагранжемъ, былъ профессоромъ математики. Этотъ опытъ изданъ ранѣе «Аналитической теоріи вѣроятностей» и представляетъ, безъ помощи анализа, начала и общіе результаты этой теоріи, въ приложеніи къ важнѣйшимъ вопросамъ жизни.

[3]) Notices Scientifiques par François Arago, T. III, p. 511. — Также, въ русскомъ переводѣ: «Біографіи знаменитыхъ астрономовъ» соч. Фр. Араго̀, перев. Д. Перевощикова, Т. 1, стр. 230.

оканчивается сокращенною исторіею астрономіи; по единодушному отзыву, эта книга причислена къ прекраснѣйшимъ памятникамъ французскаго языка. Часто сожалѣютъ, что Юлій Кесарь, въ своихъ безсмертныхъ *комментаріяхъ*, описалъ только одни собственные подвиги; астрономическіе комментаріи Лапласа восходятъ до начала человѣческихъ обществъ. Въ нихъ найдутъ читатели всѣ труды, предпринятые во всѣ вѣка, для открытія истинъ, заключающихся въ небесныхъ пространствахъ: труды эти разобраны справедливо, ясно, глубокомысленно и здѣсь геній безпристрастно оцѣниваетъ себѣ подобныхъ. Лапласъ вездѣ остается вѣренъ своей высокой идеѣ и его твореніе будутъ читать съ глубокимъ уваженіемъ до тѣхъ поръ, пока не погаснетъ свѣтильникъ науки».

Дѣйствительно, «Изложеніе Системы Міра» представляетъ *сводъ* извѣстныхъ намъ *законовъ* вещественной природы. Книга эта, хотя и не требуетъ особыхъ математическихъ свѣдѣній отъ читателя, но покажется популярною только тому, кто любитъ читать внимательно. Чтеніе ея сопряжено съ нѣкоторымъ умственнымъ трудомъ; за то оно вознаграждается самыми плодотворными результатами. Читатель видитъ здѣсь, какъ въ зеркалѣ, картину устройства міра и знакомится съ законами природы, вѣчными, незыблемыми, пока будетъ существовать матерія и силы, ее одушевляющія.

Книга переведена съ 6-го парижскаго изданія, вышедшаго въ свѣтъ въ 1836 году. Оно подготовлялось къ выходу въ свѣтъ, когда смерть оковала мысль и руку Лапласа. Еще за нѣсколько дней до своей кончины онъ просматривалъ корректуры этого изданія, въ которое включены нѣкоторыя собственноручныя его замѣтки. Шестое парижское изданіе есть воспроизведеніе пятаго, за исключеніемъ поправокъ, сдѣланныхъ самимъ авторомъ; только въ 6-е изданіе включены еще главы XII, XVII и XVIII, четвертой книги, непомѣщенныя въ пятомъ изданіи, потому что авторъ намѣревался содержаніе упомянутыхъ главъ развить въ особомъ отдѣльномъ сочиненіи, которое должно было составить продолженіе «*Изложенія Системы Міра*». Смерть помѣшала автору исполнить это намѣреніе и потому упомянутыя главы являются въ 6-мъ изданіи, въ томъ видѣ, какъ онѣ были помѣщены въ четвертомъ.

Въ предлежащей книгѣ десятичное дѣленіе приложено къ прямому углу и къ суткамъ, начало которыхъ полночь. Линейныя единицы отнесены къ метру; а температуры къ ртутному термометру, скала котораго раздѣлена на сто градусовъ, отъ температуры тающаго льда до кипѣнія воды, подъ давленіемъ, равняющимся столбу ртути въ 76 сантиметровъ вышиною, при 0° температуры и подъ параллелью 50 градусовъ.

Я осмѣлился приложить въ концѣ книги *примѣчанія*, служащія, по моему мнѣнію, для большаго уясненія предметовъ, о которыхъ идетъ рѣчь въ текстѣ Лапласа, и частію для указанія состоянія нѣкоторыхъ вопросовъ, въ нынѣшнемъ развитіи науки. Эти примѣчанія большею частію извлечены мною изъ твореній Араго. Уже неоднократно, еще ранѣе выхода русскаго перевода «*Изложенія Системы Міра*», многіе, знакомые и незнакомые, изустно и письменно обращались ко мнѣ съ вопросами относительно *умѣстности* этихъ примѣчаній и упрекали меня за

смѣлость дѣлать примѣчанія къ сочиненію такого автора, каковъ Лапласъ. Эти примѣчанія почерпнуты мною, однакожъ, изъ лучшихъ источниковъ представляемыхъ современною наукою и большею частію одобрены знатоками дѣла. Если же я, въ самомъ дѣлѣ, былъ слишкомъ смѣлъ въ этомъ случаѣ, то въ извиненіе свое скажу, что тотъ, кому мои примѣчанія не понравятся, можетъ вовсе не читать ихъ и даже отрѣзать отъ книги, потому что они находятся въ отдѣльныхъ приложеніяхъ, помѣщенныхъ въ концѣ каждаго тома. Если же они принесутъ пользу хотя одному изъ читателей, то переводчикъ Лапласа почтетъ трудъ свой вполнѣ вознагражденнымъ.

Вообще я старался исполнить добросовѣстно принятую на себя обязанность: въ какой степени мнѣ это удалось, будутъ судить мои читатели. Я льщу себя надеждою, что переводъ мой будетъ не совершенно лишнимъ въ отечественной литературѣ, по крайней мѣрѣ до появленія другаго лучшаго и удовлетворительнѣйшаго. Если мнѣ суждено дожить до такого перевода, то я встрѣчу его безъ зависти и съ душевнымъ удовольствіемъ. Искренно желаю успѣха моимъ преемникамъ, слѣдуя правилу:

«Quid potui feci, faciant meliora potentes».

«Я сдѣлалъ что могъ; кто умѣетъ, пусть сдѣлаетъ лучше».

С. П. Б.
7 Марта 1861 г.

М. Хотинскій.

ИЗЛОЖЕНІЕ
СИСТЕМЫ МІРА.

Me vero primum dulces ante omnia Musae
Quarum sacra fero, ingenti perculsus amore,
Accipiant, coelique vias et sidera monstrent.

Virg. *Georg.* lib. II.

Изъ всѣхъ естественныхъ наукъ, Астрономія представляетъ намъ самое длинное сцѣпленіе открытій. Чрезвычайно далеко отъ перваго взгляда на небо, до общаго воззрѣнія, которымъ обнимаютъ теперь прошедшія и будущія состоянія системы міра. Чтобы дойти до этого воззрѣнія, нужно было наблюдать свѣтила въ теченіе многихъ вѣковъ; узнать, по ихъ кажущимся движеніямъ, истинное движеніе земли; вознестись къ законамъ планетныхъ движеній и отъ этихъ законовъ къ началу всемірнаго тяготѣнія; низойти, наконецъ, отъ этого начала, къ полному изъясненію всѣхъ небесныхъ явленій, въ ихъ малѣйшихъ подробностяхъ. Умъ человѣческій совершилъ это дѣло въ Астрономіи. Изложеніе этихъ открытій и простѣйшаго способа ихъ происхожденія и послѣдовательности представляетъ двойную выгоду — познанія большáго количества замѣчательныхъ фактовъ и истинной методы изслѣдованія законовъ природы. Этому предмету посвящено сочиненіе, лежащее предъ читателемъ.

КНИГА ПЕРВАЯ.

О кажущихся движеніяхъ небесныхъ тѣлъ.

—

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

О СУТОЧНОМЪ ДВИЖЕНІИ НЕБА.

Внимательно наблюдая зрѣлище, представляемое звѣзднымъ небомъ, въ ясную ночь, на мѣстѣ съ открытымъ горизонтомъ, мы замѣчаемъ постоянный рядъ измѣненій. Звѣзды поднимаются и склоняются: однѣ восходятъ на востокѣ, другія скрываются на западѣ; нѣкоторыя изъ нихъ, какъ напримѣръ — *полярная* и цѣлое созвѣздіе *медвѣдицы*, никогда не достигаютъ горизонта въ нашихъ сѣверныхъ широтахъ. Во всѣхъ этихъ разнообразныхъ движеніяхъ, взаимное положеніе всѣхъ свѣтилъ остается неизмѣннымъ: они только описываютъ круги, тѣмъ меньшіе, чѣмъ ближе они лежатъ къ точкѣ, остающейся на небѣ неподвижною. Все небо, повидимому, обращается на двухъ постоянныхъ точкахъ, названныхъ *полюсами міра*, и этому движенію причастны всѣ небесныя свѣтила. Полюсъ, возвышающійся надъ нашимъ горизонтомъ, называется *сѣвернымъ;* противоположный ему полюсъ, предполагаемый подъ горизонтомъ, называется *южнымъ*.

Даже съ перваго взгляда представляется намъ для разрѣшенія нѣсколько любопытныхъ вопросовъ. Куда дѣва-

ются, въ теченіе дня, свѣтила, которыя мы видимъ ночью? Откуда являются тѣ, которыя мы видимъ восходящими? Куда скрываются тѣ, которыя заходятъ? Внимательное наблюденіе явленій весьма просто объясняетъ эти вопросы. Утромъ, свѣтъ звѣздъ ослабѣваетъ по мѣрѣ усиленія зари; вечеромъ же онъ дѣлается ярче по мѣрѣ уменьшенія сумерекъ: ясно, что звѣзды невидимы днемъ не оттого, что онѣ перестаютъ свѣтиться, но потому, что свѣтъ ихъ какъ бы исчезаетъ предъ несравненно-сильнѣйшимъ свѣтомъ солнца и зари, имъ причиняемой. Счастливое изобрѣтеніе зрительныхъ трубъ доставило намъ средства повѣрить это объясненіе, позволивъ наблюдать звѣзды въ теченіе цѣлаго дня. Звѣзды близкія къ полюсу и потому никогда не скрывающіяся подъ горизонтомъ, могутъ быть постоянно видимы. Что же касается до звѣздъ, которыя появляются на востокѣ и потомъ заходятъ на западѣ, то весьма естественно допустить, что онѣ, подъ горизонтомъ, продолжаютъ описывать кругъ, по которому двигались надъ нашею головою; только нижняя часть этого круга скрыта отъ насъ горизонтомъ. Истина эта становится ощутительною, когда мы станемъ приближаться къ сѣверу. Круги, описываемые звѣздами близкими къ сѣверному полюсу, мало-по-малу, но все болѣе и болѣе выдвигаются изъ-подъ горизонта и, наконецъ, эти свѣтила вовсе перестаютъ скрываться, тогда какъ болѣе южныя звѣзды все болѣе и болѣе опускаются подъ горизонтъ и, наконецъ, вовсе перестаютъ появляться. Совершенно противное видимъ мы подвигаясь къ югу: звѣзды, прежде постоянно остававшіяся подъ горизонтомъ, начинаютъ послѣдовательно восходить и заходить, и новыя звѣзды, прежде невидимыя, начинаютъ появляться. Видно, что земля, въ-самомъ-дѣлѣ, не есть плоскость, на которую опирается небесный сводъ, какъ то кажется съ перваго

взгляда. Этотъ обманъ зрѣнія былъ уже замѣченъ первыми наблюдателями, которые объяснили его на основаніи соображеній, подобныхъ вышеприведеннымъ. Они скоро дознали, что небо облекаетъ землю со всѣхъ сторонъ, и что звѣзды не перестаютъ свѣтить на небѣ, описывая ежесуточно свои разнообразные круги. Мы увидимъ впослѣдствіи, что астрономія часто обязана обнаруживать и исправлять подобныя иллюзіи и обманы чувствъ, познавая истинные предметы въ ихъ обманчивыхъ формахъ проявленія.

Чтобы составить себѣ точное понятіе о движеніи свѣтилъ, предположили, что чрезъ центръ земли и оба полюса міра проходитъ ось, на которой обращается небесная твердь. Большой кругъ, перпендикулярный (отвѣсный) къ этой оси, называется *экваторомъ;* а меньшіе круги, описываемые звѣздами параллельно экватору, въ слѣдствіе ихъ суточнаго движенія, называются *параллельными*, или просто — *параллелями. Зенитъ* наблюдателя есть небесная точка, отвѣсно находящаяся надъ его головою; а *надиръ* — точка, діаметрально противоположная зениту. *Меридіаномъ* называется большой кругъ, проходящій чрезъ зенитъ и полюсы: онъ дѣлитъ на двѣ равныя части дуги, описываемыя звѣздами надъ горизонтомъ, и когда свѣтила достигаютъ меридіана, то они находятся на ихъ наибольшей или наименьшей высотѣ. Наконецъ, *горизонтъ* есть большой кругъ, перпендикулярный къ вертикалу наблюдателя или къ линіи, идущей отвѣсно отъ наблюдателя къ его зениту: онъ параллеленъ поверхности тихо-стоящей воды на мѣстѣ наблюденія.

Высота полюса есть средина между наибольшею и наименьшею высотою звѣздъ, никогда не заходящихъ, и это обстоятельство представляетъ легкое средство для опредѣленія мѣста полюса. Подвигаясь прямо по направленію къ

полюсу, мы увидимъ, что послѣдній, при этомъ, поднимается почти совершенно-пропорціонально пройденному пространству: слѣдовательно, поверхность земли выпукла и фигура ея должна быть похожею на шаръ. Кривизна земной поверхности особенно ощутительна на поверхности морей. Мореплаватель, приближаясь къ берегу, усматриваетъ сперва его возвышеннѣйшія точки, а уже потомъ, въ послѣдовательномъ порядкѣ, открываетъ болѣе низменныя части, которыя сперва скрывались выпуклостію земли. Въ слѣдствіе этой же выпуклости, солнце, при своемъ восходѣ, золотитъ вершины горъ ранѣе, чѣмъ освѣтитъ долины.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

О СОЛНЦѢ И ЕГО ДВИЖЕНІЯХЪ.

Всѣ свѣтила участвуютъ въ суточномъ движеніи небесной тверди; но нѣкоторыя изъ нихъ имѣютъ свои собственныя движенія, за которыми необходимо слѣдовать, потому что они именно могутъ повести насъ къ познанію истинной системы міра. Такъ какъ, для измѣренія разстоянія отдаленнаго предмета, наблюдаютъ его съ двухъ различныхъ положеній, точно также, для открытія механизма природы, нужно разсматривать ее съ различныхъ точекъ зрѣнія и наблюдать развитіе ея законовъ въ измѣненіяхъ зрѣлища ею намъ представляемаго. На землѣ мы видоизмѣняемъ явленія посредствомъ опытовъ; на небѣ же мы тщательно опредѣляемъ явленія представляемыя небесными движеніями. Вопрошая, такимъ образомъ, природу и подвергая ея отвѣты анализу, мы можемъ послѣдовательнымъ рядомъ обдуманныхъ выводовъ дойти до общихъ явленій, отъ которыхъ происходятъ всѣ частные

факты. Открытіе этихъ великихъ явленій и приведеніе ихъ къ возможно-меньшему числу, должно составлять предметъ нашихъ усилій, потому что начальныя причины и внутренняя природа существъ останутся намъ вѣчно неизвѣстными.

Солнце одарено собственнымъ движеніемъ въ сторону, противоположную движенію суточному. Это движеніе познается изъ зрѣлища звѣзднаго неба въ ночное время, зрѣлища, измѣняющагося и возобновляющагося вмѣстѣ съ временами года. Звѣзды, находящіяся на пути солнца и заходящія вслѣдъ за этимъ свѣтиломъ, вскорѣ исчезаютъ въ его лучахъ и потомъ появляются ранѣе его восхода: слѣдовательно, солнце подвигается между ними отъ запада къ востоку. Такимъ образомъ, въ теченіе долгаго времени, слѣдили за его собственнымъ движеніемъ, которое нынѣ можетъ быть опредѣлено съ большою точностію, наблюдая ежедневно полуденную высоту солнца и промежутокъ времени между его прохожденіями чрезъ меридіанъ и таковыми же прохожденіями звѣздъ. Эти наблюденія даютъ собственныя движенія солнца по направленію меридіана и по направленію параллелей: изъ нихъ выводится истинное движеніе этого свѣтила вокругъ земли. Такимъ путемъ нашли, что солнце движется по кругу, названному *эклиптикою*, кругу, который, въ началѣ 1801 года, былъ наклоненъ къ экватору подъ угломъ 26°,073.

Отъ наклоненія эклиптики къ экватору зависитъ разность временъ года. Когда солнце, въ слѣдствіе своего годичнаго движенія, достигаетъ экватора, оно описываетъ весьма близкій къ нему кругъ своимъ суточнымъ движеніемъ, и такъ какъ этотъ большой кругъ раздѣляется равномѣрно на двѣ части всѣми горизонтами, то на всей землѣ день бываетъ равенъ ночи. По этой причинѣ, точки пересѣченія экватора эклиптикою названы *равноденствен-*

ными. По мѣрѣ того, какъ солнце, удаляясь отъ весенняго равноденствія, подвигается по своей орбитѣ, его полуденныя высоты, на нашемъ горизонтѣ, постоянно возрастаютъ: видимая дуга параллелей, ежедневно имъ описываемая, безпрерывно увеличивается вмѣстѣ съ долготою дня, до тѣхъ поръ, пока солнце достигнетъ своей наибольшей высоты. Въ это время бываетъ самый долгій день года, и такъ какъ въ эту эпоху измѣненія полуденныхъ высотъ солнца нечувствительны, то оно кажется какъ бы неподвижно-стоящимъ, относительно своей высоты, отъ которой зависитъ долгота дня. Поэтому, точку наибольшаго возвышенія солнца назвали *лѣтнимъ солнцестояніемъ.* Параллельный кругъ, описываемый въ то время солнцемъ, есть *лѣтній тропикъ.* Затѣмъ, дневное свѣтило вновь опускается къ экватору, который оно вновь пересѣкаетъ въ точкѣ *осенняго равноденствія*, и оттуда нисходитъ къ наименьшей своей полуденной высотѣ и къ *зимнему солнцестоянію.* Параллель, описываемая тогда солнцемъ, называется *зимнимъ тропикомъ* и соотвѣтствуетъ кратчайшему дню года. Отсюда солнце вновь поднимается къ экватору и, достигнувъ весенней равноденственной точки, совершаетъ новое свое обращеніе тѣмъ же самымъ путемъ.

Таково постоянное теченіе солнца и временъ года. *Весна* занимаетъ промежутокъ между весеннимъ равноденствіемъ и лѣтнимъ солнцестояніемъ; промежутокъ между этимъ послѣднимъ и осеннимъ равноденствіемъ составляетъ *лѣто; осень* есть промежутокъ между осеннимъ равноденствіемъ и зимнимъ солнцестояніемъ; наконецъ, промежутокъ между послѣднимъ и весеннимъ равноденствіемъ принадлежитъ *зимѣ.*

Такъ какъ присутствіе солнца на горизонтѣ составляетъ причину теплоты, то, казалось бы, температура должна быть одинакова лѣтомъ и весною, или зимою и

осенью. Но температура не представляетъ мгновеннаго послѣдствія присутствія солнца: она есть результатъ его продолжительнаго дѣйствія. Высшая температура дня всегда случается послѣ достиженія солнцемъ его наибольшей высоты надъ горизонтомъ; точно также, высшая температура имѣетъ мѣсто послѣ того, какъ солнце достигаетъ высшей точки своего стоянія, обозначающей начало лѣта.

Различные климаты представляютъ замѣчательныя видоизмѣненія, которыя мы прослѣдимъ отъ экватора къ полюсамъ. На экваторѣ, горизонтъ раздѣляетъ всѣ параллели на двѣ равныя части, и потому день тамъ постоянно равенъ ночи. Въ дни прохожденія солнца чрезъ равноденственныя точки, оно, въ полдень, стоитъ въ зенитѣ на экваторѣ. Тамъ полуденныя высоты солнца въ эпохи солнцестояній суть наименьшія и равняются дополненію наклоненія эклиптики къ экватору: тѣни, кидаемыя солнцемъ, имѣютъ тогда противоположныя направленія, чего никогда не случается въ нашихъ климатахъ, гдѣ онѣ, въ полдень, постоянно обращены къ сѣверу; такъ что, собственно говоря, ежегодно бываетъ на экваторѣ двѣ зимы и два лѣта. То же самое случается во всѣхъ странахъ, гдѣ высота полюса менѣе наклоненія эклиптики. Внѣ этихъ предѣловъ, солнце никогда не возвышается до зенита и тамъ бываетъ ежегодно по одной зимѣ и по одному лѣту. Чѣмъ болѣе будемъ приближаться къ полюсу, тѣмъ продолжительнѣе будетъ становиться должайшій день и тѣмъ короче дѣлается кратчайшій; и какъ скоро разстояніе зенита отъ полюса сравняется съ угломъ наклоненія эклиптики, солнце перестаетъ заходить въ эпоху лѣтняго солнцестоянія и не восходитъ въ эпоху солнцестоянія зимняго. Еще ближе къ полюсу, время присутствія и отсутствія солнца надъ горизонтомъ, въ эпохи солнцестояній, продолжается въ теченіе нѣсколькихъ дней и даже нѣсколькихъ мѣсяцевъ.

Наконецъ, на самомъ полюсѣ, горизонтъ сливается съ экваторомъ и солнце постоянно находится надъ горизонтомъ, во все продолженіе времени его пребыванія между тѣмъ полюсомъ и экваторомъ, и постоянно скрывается подъ горизонтомъ, когда уходитъ на ту сторону равноденственнаго круга: такъ что, на полюсѣ, въ теченіе всего года, бываетъ только одинъ день и одна ночь.

Внимательно разсматривая теченіе солнца, мы замѣчаемъ неравенство въ промежуткахъ, раздѣляющихъ равноденствія и солнцестоянія: время, которое употребляетъ солнце на прохожденіе отъ весенняго равноденствія къ осеннему, около осьми дней продолжительнѣе времени, въ которое дневное свѣтило совершаетъ путь свой отъ осенняго равноденствія къ весеннему; слѣдовательно, движеніе солнца не однообразно. Многочисленныя и точныя наблюденія показали, что это движеніе быстрѣе въ части орбиты, ближайшей къ зимнему солнцестоянію, и медленнѣе, въ противоположной сторонѣ, лежащей около солнцестоянія лѣтняго. При быстрѣйшемъ своемъ движеніи, солнце совершаетъ въ сутки путь равный $1^\circ,1327$, а при медленнѣйшемъ только $1^\circ,0591$, такъ что, въ теченіе года, его суточное движеніе измѣняется на $\frac{368}{10000}$ противъ средней величины.

Это измѣненіе, накопляясь, причиняетъ очень чувствительное неравенство въ движеніи солнца. Чтобы опредѣлить законъ этого неравенства и вообще законы всѣхъ періодическихъ неравенствъ, можно предположить, что синусы и косинусы угловъ, возвращаясь къ прежней величинѣ, при каждой окружности которою эти углы увеличиваются, они могутъ представлять упомянутыя неравенства. Выражая этимъ способомъ всѣ неравенства небесныхъ движеній, затрудненіе встрѣтится

только въ различеніи ихъ между собою и въ опредѣленіи угловъ, отъ которыхъ они зависятъ. Такъ какъ неравенство, о которомъ идетъ рѣчь, повторяется при каждомъ солнечномъ обращеніи, то, естественнымъ образомъ, должно поставить его въ зависимость отъ движенія солнца и отъ его кратныхъ. Такимъ образомъ найдемъ, что выражая его рядомъ синусовъ, зависящихъ отъ этого движенія, оно приводится весьма близко къ двумъ членамъ, изъ которыхъ первый пропорціоналенъ синусу средняго угловаго разстоянія солнца, въ точкѣ его орбиты, гдѣ его движеніе бываетъ быстрѣйшее; а второй, около 95 разъ меньшій перваго, пропорціоналенъ синусу этого разстоянія, взятаго вдвойнѣ.

Измѣренія кажущихся поперечниковъ солнца доказываютъ, что разстояніе его отъ земли измѣняется какъ его угловая скорость. Этотъ поперечникъ увеличивается и уменьшается, слѣдуя тому же закону, какъ и скорость, но въ отношеніи вдвое меньшемъ. Когда скорость бываетъ наибольшая, діаметръ равняется $6035'',8$; при наименьшей же скорости только $5836'',3$; слѣдовательно, средняя величина равна $5936'',0$.

Такъ какъ разстояніе солнца отъ земли соотвѣтствуетъ его кажущемуся поперечнику, то увеличеніе перваго слѣдуетъ тому же закону, какъ и уменьшеніе послѣдняго. *Перигеемъ* называютъ ту точку орбиты, въ которой солнце бываетъ всего ближе къ землѣ, а *апогеемъ* противоположную точку, въ которой дневное свѣтило наиболѣе удалено отъ насъ. Въ первой изъ этихъ точекъ солнце имѣетъ наибольшій кажущійся діаметръ и самое быстрое движеніе, тогда какъ въ послѣдней кажущійся діаметръ и скорость достигаютъ *минимума*, или наименьшей величины.

Стоитъ только удалить солнце отъ земли, чтобы уменьшить его кажущееся движеніе. Но если бы измѣненія сол-

нечнаго движенія зависѣли отъ одной этой причины и если бы истинная скорость солнца была бы постоянною, то его кажущаяся скорость уменьшилась бы въ томъ же отношеніи, какъ и его кажущійся поперечникъ. Она уменьшается въ отношеніи вдвое большемъ: слѣдовательно, когда солнце удаляется отъ земли, происходитъ дѣйствительное замедленіе въ его движеніи. Совокупнымъ вліяніемъ этого замедленія и увеличенія разстоянія, угловое движеніе солнца уменьшается пропорціонально увеличенію квадрата разстоянія, такъ что произведеніе отъ помноженія его на этотъ квадратъ почти совершенно постоянно. Всѣ сравненія измѣненій кажущагося солнечнаго поперечника съ наблюденіями его суточнаго движенія, подтверждаютъ этотъ результатъ.

Вообразимъ себѣ, что чрезъ центры солнца и земли проходитъ прямая линія, которую мы назовемъ *радіусомъ-векторомъ* солнца. Нетрудно убѣдиться, что небольшой секторъ или площадь, начертанная этимъ радіусомъ, въ теченіе однихъ сутокъ, вокругъ земли, пропорціоналенъ произведенію отъ помноженія квадрата этого радіуса на кажущееся суточное движеніе солнца. Итакъ, эта площадь постоянна, и цѣлая площадь, начертанная радіусомъ-векторомъ, начиная съ опредѣленнаго постояннаго радіуса, возрастаетъ соотвѣтственно числу дней, протекшихъ съ той эпохи, когда солнце было на этомъ радіусѣ: слѣдовательно, *площади, описанныя его радіусомъ-векторомъ, пропорціональны времени.* Такое простое отношеніе между движеніемъ солнца и его разстояніемъ отъ фокуса его движенія, должно быть допущено какъ основной законъ его теоріи, по крайней мѣрѣ до тѣхъ поръ, пока наблюденія заставятъ насъ видоизмѣнить его.

Если, на основаніи предыдущихъ данныхъ, будемъ обозначать со дня на день положеніе и длину радіуса-вектора

солнечной орбиты и начертимъ линію, проходящую чрезъ оконечность всѣхъ этихъ радіусовъ, то увидимъ, что эта кривая нѣсколько удлиннена по направленію прямой, которая, проходя чрезъ центръ земли, соединяетъ точки наибольшаго и наименьшаго разстоянія солнца. Сходство этой линіи съ эллипсомъ привело къ изслѣдованіямъ, доказавшимъ, что эта кривая есть дѣйствительно эллипсъ; изъ чего заключили, что *солнечная орбита есть эллипсъ, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится центръ земли.*

Эллипсъ принадлежитъ къ числу кривыхъ линій, прославленныхъ древнею и новою геометріею, подъ названіемъ *коническихъ сѣченій.* Эллипсъ легко описать, прикрѣпивъ къ двумъ неизмѣннымъ точкамъ, называемымъ *фокусами*, двѣ оконечности нити, натянутой на плоскости остріемъ скользящимъ вдоль сказанной нити. Эллипсъ, начертанный движеніемъ острія, замѣтно удлинненъ по направленію линіи соединяющей фокусы; эта линія, продолженная съ обоихъ концовъ до пересѣченія съ кривою эллипса, составляетъ его большую ось, которая равняется длинѣ нити. Малою осью называется прямая, проведенная чрезъ центръ, перпендикулярно къ большой оси, и продолженная съ обѣихъ сторонъ до кривой эллипса. Разстояніе между центромъ и однимъ изъ фокусовъ называется *эксцентрицитетомъ* эллипса. Если оба фокуса совпадутъ другъ съ другомъ, то эллипсъ сдѣлается кругомъ. Удаляя фокусы одинъ отъ другаго, эллипсъ удлинняется, и если взаимное разстояніе фокусовъ сдѣлается безконечнымъ, разстояніе же отъ фокуса до ближайшей вершины кривой останется конечнымъ, то эллипсъ превратится въ *параболу*.

Солнечный эллипсъ мало разнится отъ круга, потому что, какъ мы уже сказали выше, наибольшее разстояніе солнца отъ земли превосходитъ среднее его разстояніе

только на $\frac{168}{10000}$ этого разстоянія. Этотъ избытокъ и есть самый эксцентрицитетъ, въ которомъ наблюденія указываютъ весьма медленное уменьшеніе, едва замѣтное въ теченіе одного вѣка.

Чтобы получить точное понятіе объ эллиптическомъ движеніи солнца, вообразимъ себѣ точку однообразно движущуюся по окружности, центръ которой будетъ центромъ земли, а радіусъ равенъ разстоянію солнечнаго перигея. Предположимъ, въ добавокъ, что вышеупомянутая точка и солнце начнутъ вмѣстѣ двигаться отъ перигея, и что угловое движеніе точки будетъ равно среднему угловому движенію солнца. Въ то время, какъ радіусъ-векторъ точки обращается однообразно вокругъ земли, радіусъ-векторъ солнца движется неравномѣрно, всегда образуя, съ разстояніемъ перигея и дугами эллипса, секторы пропорціональные временамъ. Онъ опереживаетъ первоначально радіусъ-векторъ точки и образуетъ съ нимъ уголъ, который увеличившись до извѣстнаго предѣла, потомъ уменьшается и становится равнымъ нулю, когда солнце достигнетъ своего апогея. Тогда оба радіуса-вектора совпадаютъ съ большою осью. Во второй половинѣ эллипса, радіусъ векторъ точки, въ свою очередь, опереживаетъ радіусъ-векторъ солнца и образуетъ съ нимъ углы совершенно такіе же, какъ и въ первой половинѣ, на томъ же разстояніи отъ перигея, гдѣ онъ вновь совпадаетъ съ радіусомъ-векторомъ солнца и большою осью эллипса. Уголъ, которымъ радіусъ-векторъ солнца опереживаетъ радіусъ-векторъ точки, называется *уравненіемъ центра*. Его *максимумъ*, въ началѣ нынѣшняго вѣка, т. е. въ полночь 1 января 1801 года равнялся $2^\circ{,}13807$. Уменьшеніе его составляетъ около $53''$ въ столѣтіе. Угловое движеніе точки вокругъ земли выводится изъ времени обращенія солнца

по его орбитѣ. Прибавивъ къ этому движенію уравненіе центра, получимъ угловое движеніе солнца. Отысканіе этого уравненія составляетъ интересную задачу анализа, которая можетъ быть разрѣшена только по приближенію; но малая эксцентричность солнечной орбиты приводитъ къ очень сходящимся рядамъ, которые легко могутъ быть приведены въ таблицы.

Большая ось солнечнаго эллипса не занимаетъ въ небѣ постояннаго мѣста, а имѣетъ, относительно звѣздъ, годичное движеніе около $36''$, направленное въ ту же сторону, какъ и движеніе солнца.

Солнечная орбита нечувствительно приближается къ экватору. Вѣковое уменьшеніе ея наклоненія къ плоскости экватора можно положить въ $148''$.

Эллиптическое движеніе солнца не представляетъ еще съ совершенною точностію новѣйшихъ наблюденій. Чрезвычайная точность послѣднихъ позволила замѣтить небольшія неравенства, законы которыхъ было бы почти невозможно узнать помощію однихъ наблюденій. Эти неравенства входятъ, такимъ образомъ, въ область той части астрономіи, которая нисходитъ отъ причинъ къ явленіямъ и которая будетъ предметомъ *четвертой книги* этого сочиненія.

Съ древнѣйшихъ временъ, вопросъ о разстояніи солнца отъ земли занималъ наблюдателей: они старались рѣшить его всѣми способами, которые, послѣдовательно одинъ за другимъ, указывала астрономія. Самый простой и естественный способъ есть, безспорно, тотъ, помощію котораго геометры измѣряютъ разстоянія земныхъ предметовъ. Съ двухъ оконечностей измѣренной линіи или базиса наблюдаютъ углы, составляемые этимъ базисомъ съ лучами зрѣнія, идущими отъ предмета, разстояніе котораго опредѣляется: вычитая ихъ сумму изъ суммы двухъ пря-

мыхъ, получаютъ уголъ, составляемый лучами зрѣнія у наблюдаемаго предмета. Этотъ уголъ называется *параллаксомъ* предмета, котораго удаленіе отъ оконечностей базиса потомъ легко вычислить. Прилагая эту методу къ солнцу, нужно избрать самый длинный базисъ, какой только можно найти на землѣ. Вообразимъ себѣ, что два наблюдателя, находящіеся на одномъ меридіанѣ, наблюдаютъ въ полдень разстояніе отъ центра солнца до сѣвернаго полюса: разность двухъ наблюденныхъ разстояній будетъ уголъ, подъ которымъ была бы видима, изъ центра солнца, линія соединяющая обоихъ наблюдателей. Разность высотъ полюса даетъ эту прямую въ частяхъ земнаго радіуса; слѣдовательно, легко будетъ сдѣлать заключеніе объ углѣ, подъ которымъ видимъ бы былъ изъ центра солнца полупоперечникъ земли. Этотъ уголъ есть *горизонтальный параллаксъ* солнца; но онъ слишкомъ малъ для того, чтобы его возможно было съ точностію опредѣлить этою методою, которая только можетъ позволить намъ заключеніе, что дневное свѣтило удалено отъ насъ никакъ не менѣе какъ на девять тысячъ земныхъ поперечниковъ. Мы увидимъ, впослѣдствіи, что астрономическія открытія доставили гораздо-точнѣйшіе способы для опредѣленія этого параллакса, который, какъ нынѣ извѣстно, составляетъ почти 26″54, въ среднемъ разстояніи солнца отъ земли: откуда находимъ, что это разстояніе равняется 23984 земнымъ радіусамъ.

На поверхности солнца наблюдаютъ черныя пятна неправильнаго и измѣняющагося вида. Иногда, они очень многочисленны и обширны: случалось наблюдать пятна, поверхность которыхъ превосходила вчетверо и впятеро поверхность земли. Изрѣдка, солнце является безъ пятенъ въ теченіе цѣлыхъ годовъ. Часто, солнечныя пятна окружены полутѣнью, которая, въ свою очередь, окружена частями, блестящими сильнѣе остальной поверхности солнца, между которыми образуются и исчезаютъ вышесказанныя пятна. Сущность этихъ пятенъ еще неизвѣстна; но они указали намъ замѣчательное явленіе, именно — обращеніе солнца на своей оси. Посреди претерпѣваемыхъ ими видоизмѣненій, относительно положенія и величины, можно отличить правильныя движенія, совершенно тождественныя съ движеніемъ соотвѣтствующихъ точекъ солнечной поверхности, предположивъ, что это свѣтило обращается на оси, почти перпендикулярной къ эклиптикѣ, и по направленію движенія его вокругъ земли. Изъ послѣдовательныхъ наблюденій солнечныхъ пятенъ заключили, что продолжительность полнаго обращенія солнца равняется почти двадцати пяти съ половиною суткамъ, и что экваторъ солнца наклоненъ къ плоскости эклиптики на $8\frac{1}{3}$ градусовъ.

Большія пятна почти всегда заключаются въ поясѣ поверхности солнца, котораго ширина, измѣренная по солнечному меридіану, простирается не далѣе тридцати четырехъ градусовъ, по обѣимъ сторонамъ экватора. Впрочемъ, случалось наблюдать пятна и въ разстояніи сорока четырехъ градусовъ отъ экватора солнца. (A)

Замѣчаютъ, особенно около эпохи весенняго равноденствія, слабый свѣтъ, видимый ранѣе восхода или послѣ заката солнца, и которому дали названіе *зодіакальнаго свѣта*. Онъ бѣлъ и является въ формѣ веретена, котораго нижній конецъ опирается на солнечный экваторъ: въ такомъ видѣ явился бы сфероидъ вращенія, весьма сплюснутый, котораго центръ и плоскость экватора совпадали бы съ солнечными. Длина его достигаетъ иногда до угла болѣе ста градусовъ. Жидкость, отражающая намъ этотъ свѣтъ, должна имѣть чрезвычайно малую плотность, потому что сквозь нее видны звѣзды. По наиболѣе

общепринятому мнѣнію, эта жидкость принадлежитъ собственно атмосферѣ солнца; но эта атмосфера далеко не достигаетъ такихъ огромныхъ разстояній. Мы предложимъ въ концѣ этого сочиненія нѣсколько предположеній касательно донынѣ еще неизвѣстной причины зодіакальнаго свѣта. (Б)

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

О ВРЕМЕНИ И ЕГО ИЗМѢРЕНІИ.

Время, для насъ, есть впечатлѣніе, оставляемое въ памяти рядомъ событій, въ послѣдовательномъ существованіи которыхъ мы несомнѣнно увѣрены. Движеніе удобно прилагается къ измѣренію времени; ибо тѣло, не могши быть одновременно въ различныхъ мѣстахъ, достигаетъ отъ одного мѣста къ другому, послѣдовательно проходя чрезъ всѣ промежуточныя мѣста. Если, въ каждой точкѣ описываемой имъ линіи оно одарено одинаковою силою, то движеніе его однообразно и части этой линіи могутъ измѣрять время, употребленное для ихъ прохожденія. Когда маятникъ, по окончаніи каждаго качанія, находится въ совершенно подобныхъ между собою обстоятельствахъ, то продолжительность этихъ качаній одинакова и время можетъ измѣряться ихъ числомъ. Для подобныхъ измѣреній можно еще прибѣгнуть къ обращеніямъ небесной тверди, въ которыхъ все кажется равномѣрнымъ; но всѣ единогласно согласились употреблять, для этой цѣли, движеніе солнца, котораго возвращенія къ меридіану и къ тому же равноденствію, или къ тому же солнцестоянію, образуютъ дни и годы.

Въ гражданской жизни, день есть промежутокъ времени отъ восхожденія до захожденія солнца; а ночь то время, въ которое солнце остается подъ горизонтомъ. Астрономическій день заключаетъ въ себѣ все продолженіе суточнаго обращенія (*), то есть, время между двумя послѣдовательными полуднями или полуночами. Астрономическій день длиннѣе періода небеснаго обращенія, составляющаго *звѣздный день или сутки;* ибо, если солнце проходитъ чрезъ меридіанъ въ одно мгновеніе съ звѣздою, то въ слѣдующіе сутки оно явится на меридіанъ нѣсколько позже, въ слѣдствіе собственнаго своего движенія, которымъ оно подвигается отъ запада къ востоку, такъ что, въ теченіе одного года, оно пройдетъ чрезъ меридіанъ однимъ разомъ менѣе чѣмъ звѣзда. Изъ этихъ данныхъ выводится, что, взявъ за единицу средніе астрономическіе сутки, длина сутокъ звѣздныхъ будетъ 0,99726957.

Астрономическіе сутки не равны между собою. Разность ихъ происходитъ отъ двухъ причинъ: отъ неравенства собственнаго движенія солнца и отъ наклоненія эклиптики. Вліяніе первой причины очевидно. Такъ, въ эпоху лѣтняго солнцестоянія, въ которую движеніе солнца всего медленнѣе, астрономическіе сутки болѣе приближаются къ звѣзднымъ, чѣмъ во время зимняго солнцестоянія, когда скорость движенія солнца наибольшая.

Чтобы познать вліяніе второй причины, должно замѣтить, что избытокъ астрономическихъ сутокъ надъ звѣздными зависитъ только отъ собственнаго движенія солнца, отнесеннаго къ экватору. Вообразимъ себѣ два большіе круга небесной сферы, проходящіе чрезъ оконечности

(*) Замѣтимъ, что у Французовъ слово *jour* одинаково выражаетъ *день* и *сутки*. У нихъ нѣтъ особаго слова для выраженія пространства времени въ 24 часа, которое мы называемъ *сутками*. — *Примѣч. переводч.*

малой дуги, описываемой солнцемъ на эклиптикѣ въ одни сутки и чрезъ полюсы міра: дуга экватора, въ нихъ заключающаяся, будетъ суточное движеніе солнца, отнесенное къ экватору; а время, которое употребляетъ эта дуга для прохожденія чрезъ меридіанъ, будетъ избытокъ астрономическихъ сутокъ надъ звѣздными. Очевидно, что въ равноденствія дуга экватора менѣе соотвѣтствующей дуги эклиптики, въ отношеніи косинуса наклоненія эклиптики къ радіусу: въ солнцестоянія, она болѣе въ отношеніи радіуса къ косинусу того же наклоненія. Слѣдовательно, астрономическіе сутки уменьшаются въ первомъ случаѣ и увеличиваются во второмъ.

Чтобы получить средній день, независимый отъ вышеприведенныхъ причинъ, воображаютъ второе солнце, равномѣрно движущееся по эклиптикѣ и всегда пересѣкающее одновременно съ истиннымъ солнцемъ большую ось солнечной орбиты: чрезъ это исчезаетъ неравенство собственнаго движенія солнца. Для уничтоженія вліянія наклоненія эклиптики, воображаютъ третье солнце, проходящее чрезъ равноденственныя точки одновременно со вторымъ солнцемъ, и движущееся по экватору такъ, что угловыя разстоянія этихъ двухъ солнцевъ, въ весеннее равноденствіе, бываютъ постоянно равны между собою. Промежутокъ между двумя послѣдовательными возвращеніями этого третьяго солнца къ меридіану составляетъ средніе астрономическіе сутки. *Среднее время* измѣряется числомъ этихъ возвратовъ, а *истинное время* числомъ возвратовъ истиннаго солнца къ меридіану Дуга экватора, заключающаяся между двумя меридіанами, проведенными чрезъ центры истиннаго и третьяго солнцевъ, и выраженная во времени, считая цѣлую окружность за одни сутки, называется *уравненіемъ времени.*

Сутки раздѣляются на двадцать четыре часа и полночь

считается ихъ началомъ. Часъ раздѣляется на 60 минутъ, минута на 60 секундъ, секунда на 60 терцій и т. д. — Но раздѣленіе сутокъ на 10 часовъ, часа на 100 минутъ, минуты на 100 секундъ гораздо удобнѣе для астрономическаго употребленія и потому мы примемъ его въ этомъ сочиненіи (*).

Второе наше (воображаемое) солнце, возвращеніемъ своимъ къ экватору и тропикамъ, опредѣляетъ среднія равноденствія и солнцестоянія. Промежутки этихъ возвращеній къ тому же равноденствію или солнцестоянію составляютъ тропическій годъ, котораго нынѣшняя величина = 365$^{дн.}$, 2422419. Наблюденія показали, что, для возвращенія къ тѣмъ же звѣздамъ, солнце употребляетъ болѣе времени, и это время, называемое звѣзднымъ годомъ, превосходитъ тропическій годъ 0$^{дн.}$, 014119. И такъ, равноденствія имѣютъ на эклиптикѣ движеніе попятное, т. е. въ сторону противную собственному движенію солнца, и, въ слѣдствіе упомянутаго движенія, описываютъ ежегодно дугу, равную среднему движенію дневнаго свѣтила въ теченіе 0^{дн}, 014119, т. е. 154″,63. Это движеніе не совершенно однообразно въ каждое столѣтіе, такъ что длина тропическаго года не строго одинакова. Въ наше время она 13″ короче, чѣмъ во времена Иппарха.

Приличнѣе всего начинать годъ съ одного изъ равноденствій или солнцестояній. Положивъ начало года въ эпоху лѣтняго солнцестоянія или въ осеннее равноденствіе, одинаковыя занятія и работы равномѣрно раздѣлятся на два послѣдовательныхъ года; къ этому присоединилось бы еще неудобство сутокъ, начинающихся въ полдень, по старинному

(*) Не принимая на себя смѣлости дѣлать измѣненія въ текстѣ сочиненія Лапласа, мы, для общепонятности, будемъ указывать чему равняются, въ обыкновенномъ нашемъ счисленіи, времена, выраженныя Лапласомъ по его десятичной методѣ. — *Прим. перев.*

обычаю астрономовъ. Весеннее равноденствіе, эпоха возрожденія природы, кажется также приличною для начала года; но это начало можетъ быть отнесено также и къ зимнему солнцестоянію, которое величалось древними эпохою возрожденія солнца, эпохою, въ которую подъ полюсомъ имѣетъ мѣсто великая полночь года.

Если бы гражданскій годъ имѣлъ постоянно по 365 дней, то начало его безпрерывно бы уходило впередъ отъ дѣйствительнаго тропическаго года и, поступательнымъ назадъ движеніемъ, прошло бы чрезъ всѣ времена года въ періодъ около 1508 лѣтъ. Но такой годъ, бывшій нѣкогда въ употребленіи у Египтянъ, отнимаетъ у календаря выгоду связывать мѣсяцы и праздники съ опредѣленными временами года и дѣлать изъ нихъ эпохи замѣчательныя для земледѣлія. Эта неоцѣненная для сельскихъ жителей выгода можетъ быть сохранена, если принять начало года за явленіе астрономическое, назначаемое, посредствомъ вычисленія, въ полночь предшествующую солнцестоянію или равноденствію. Это дѣйствительно было примѣнено къ дѣлу во Франціи, въ концѣ минувшаго столѣтія. Но тогда, високосные или 366 дневные годы, включаясь по весьма сложному закону, чрезвычайно затруднятъ разложеніе извѣстнаго числа лѣтъ на дни, что̀ произведетъ путаницу въ исторіи и въ хронологіи. Къ тому же, начало года, которое всегда необходимо должно быть извѣстно заранѣе, сдѣлается неопредѣленнымъ и произвольнымъ, когда оно приблизится къ полночи на величину меньшую погрѣшности солнечныхъ таблицъ. Наконецъ, порядокъ високосныхъ годовъ измѣнялся бы вмѣстѣ съ меридіанами, что̀ прибавило бы новое затрудненіе къ введенію столь желательнаго единства между календарями различныхъ народовъ. Въ самомъ дѣлѣ, видя, какъ всякая нація считаетъ географическія долготы отъ своей главной обсерваторіи (*), можно ли ласкать себя надеждою, что всѣ народы согласятся поставить начало ихъ года въ зависимость отъ одного и того же меридіана? Здѣсь мы должны уклониться отъ природы и прибѣгнуть къ способу включенія (intercalation) искусственному, но правильному и удобному.

Самый простой способъ введенъ Юліемъ Кесаремъ въ римскій календарь и состоитъ въ включеніи на каждые четыре года одного високоснаго. Краткаго продолженія человѣческой жизни достаточно для чувствительнаго уклоненія начала египетскихъ годовъ отъ солнцестоянія или равноденствія; а въ небольшое число вѣковъ становится замѣтнымъ подобное же уклоненіе въ началѣ юліанскихъ годовъ: отсюда очевидна необходимость болѣе сложнаго включенія. Въ одиннадцатомъ вѣкѣ, персы приняли способъ включенія, замѣчательный по его точности. Они допустили семь разъ сряду четвертый годъ високоснымъ, но въ осьмой разъ, високоснымъ дѣлали пятый годъ. По этому способу, длина тропическаго года равнялась $365\frac{8}{33}$ днямъ, что̀ только на 0,0001823 дня болѣе года, опредѣленнаго наблюденіями; такъ что необходимо большое число вѣковъ, для чувствительнаго уклоненія начала гражданскаго года.

Способъ включенія високоса въ григоріанскомъ календарѣ нѣсколько менѣе точенъ; но онъ представляетъ болѣе удобства для превращенія годовъ и столѣтій въ дни, что̀ составляетъ одинъ изъ главныхъ предметовъ календаря. Онъ состоитъ въ включеніи одного високоса на каждые

(*) Если счисленіе долготы отъ меридіана главной обсерваторіи своего государства можетъ составить предметъ упрека, то мы русскіе не будемъ подлежать ему, потому-что считаемъ долготы отнюдь не начиная съ меридіана Николаевской главной астрономической обсерваторіи, что на Пулковой горѣ, близь Петербурга. — *Прим. перев.*

четыре года, исключая високоса конца каждаго столѣтія и сохраняя его въ концѣ четвертаго столѣтія. Такимъ способомъ получается длина года равная $365^{\text{дн.}}$, 242500, болѣе истинной на $0^{\text{дн.}}$, 0002581. Но, если, слѣдуя этому способу включенія, исключить одинъ високосъ на каждыя четыре тысячи лѣтъ, такъ чтобы въ этотъ періодъ времени было только 969 високосовъ, то длина года получится въ $365\frac{969}{4000}$, или $365^{\text{дн.}}$, 2422500, приближающаяся къ выведенной изъ наблюденій (= 365,2422419), до такой степени, что можно совершенно пренебречь небольшою разностію, принявъ во вниманіе несовершенную точность самыхъ наблюденій относительно длины года, которая впрочемъ и не остается постоянно неизмѣнною.

Раздѣленіе года на двѣнадцать мѣсяцевъ весьма древнее и почти всеобщее. Нѣкоторые народы предположили всѣ мѣсяцы равными между собою и имѣющими по тридцати дней; а въ концѣ года присовокупили достаточное количество добавочныхъ дней. Другіе заключили весь годъ въ двѣнадцать мѣсяцевъ, сдѣлавъ ихъ неравными по числу дней. Система тридцатидневныхъ мѣсяцевъ, естественнымъ образомъ ведетъ къ ихъ раздѣленію на три *декады* или *десятидневія.* При этомъ періодѣ весьма удобно отыскиваніе дня мѣсяца во всякое время. Но, въ концѣ года, дополнительные дни нарушаютъ порядокъ вещей, связанный съ различными днями декады, что̀ необходимо ведетъ къ затруднительнымъ административнымъ мѣрамъ. Это неудобство избѣгается употребленіемъ короткаго періода, независимаго отъ мѣсяцевъ и годовъ, именно *недѣли*, которая съ самой глубокой древности, въ которой теряется ея начало, обращается безпрерывно чрезъ ряды вѣковъ, входя въ послѣдовательные календари различныхъ народовъ. Замѣчательно, что, на всей землѣ, недѣля вездѣ одинакова, какъ по названію ея дней, основанному на древнѣйшей системѣ астрономіи, такъ и относительно ихъ соотвѣтственности къ однимъ и тѣмъ же физическимъ моментамъ (*). Это, можетъ быть, самый древній и несомнѣнный памятникъ человѣческихъ знаній: онъ повидимому указываетъ на тождественность источника, изъ котораго они проистекли. Но астрономическая система, служащая ему основаніемъ, служитъ свидѣтельствомъ несовершенства ихъ въ то отдаленное отъ насъ время.

Въ эпоху григоріанскаго преобразованія календаря, было легко опредѣлить начало года въ эпоху зимняго солнцестоянія, въ слѣдствіе чего начало каждаго времени года совпадало бы съ началомъ мѣсяца. Также было легко сдѣлать длину мѣсяцевъ болѣе правильною, назначивъ февралю двадцать девять дней въ году обыкновенномъ и тридцать въ високосномъ, а другіе мѣсяцы положивъ попеременно въ тридцать и тридцать одинъ день. Можно бы ихъ также означить въ ихъ числительномъ порядкѣ. Сдѣлавъ потомъ вышеуказанную поправку въ принятомъ способѣ включеній, григоріанскій календарь былъ бы доведенъ до удовлетворительности, не оставляющей желать ничего большаго. Но развѣ подобное совершенство для него необходимо? Мнѣ кажется, что выгоды его не вознаградили бы затрудненій, которыя бы, въ слѣдствіе такого примѣненія, произошли въ нашихъ привычкахъ, сношеніяхъ съ другими народами и въ хронологіи, уже и безъ того слишкомъ сложной по причинѣ множества эръ.

(*) У нѣкоторыхъ народовъ (въ томъ числѣ и у насъ русскихъ) названіе дней недѣли преимущественно зависитъ отъ численнаго ихъ порядка. Такъ ***понедѣльникъ*** значитъ ***первый день по недѣлѣ*** (т. е. послѣ ***дня недѣльнаго*** или ***воскресенья; вторникъ — второй день; среда — средній день; четвергъ — четвертый***, а ***пятница — пятый*** день недѣли. Названіе ***субботы*** происходитъ отъ еврейскаго слова ***шабашъ*** или ***саббатъ***. —

Прим. перев.

Принявъ въ соображеніе, что григоріанскій календарь введенъ нынѣ почти у всѣхъ европейскихъ и американскихъ народовъ и что для этого повсемѣстнаго водворенія ему понадобилось два вѣка времени и все вліяніе религіи (*), мы согласимся, что ему слѣдуетъ сохранить эти драгоцѣнныя преимущества, даже насчетъ усовершенствованія, которое не касается существенныхъ пунктовъ. Главное назначеніе календаря состоитъ въ доставленіи простаго способа связывать происшествія съ рядами дней, и, удобнымъ способомъ включенія, опредѣлить начало года въ одно и то же время: а эти условія удовлетворительно выполняются григоріанскимъ календаремъ. (В)

Изъ соединенія ста лѣтъ образовали *вѣкъ*, самый продолжительный изъ всѣхъ періодовъ, употребленныхъ понынѣ для измѣренія времени. Промежутокъ, отдѣляющій насъ отъ древнѣйшихъ извѣстныхъ событій, не требуетъ длиннѣйшаго періода.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

О ДВИЖЕНІЯХЪ ЛУНЫ, ЕЯ ВИДАХЪ (ФАЗИСАХЪ) И ЗАТМѢНІЯХЪ.

Изъ всѣхъ свѣтилъ, украшающихъ небесную твердь, луна представляетъ намъ, послѣ солнца, наиболѣе интереса. *Виды* ея или *фазисы* представляютъ раздѣленіе времени столь замѣчательное, что оно первоначально было въ употребленіи у всѣхъ народовъ. Луна, подобно солнцу, имѣетъ собственное движеніе отъ запада къ востоку. Звѣздное ея обращеніе, въ началѣ нынѣшняго вѣка, рав-

(*) Католицизма. — *Примѣч. переводч.*

нялось 27[дн.], 321661423; но эта цифра не постоянно остается неизмѣнною, и сравненіе древнихъ наблюденій съ новѣйшими несомнѣнно доказываетъ ускореніе въ среднемъ движеніи луны. Это ускореніе, еще мало чувствительное со времени древнѣйшаго дошедшаго до насъ затмѣнія, разовьется въ послѣдствіи будущихъ вѣковъ.

Здѣсь возникаетъ вопросъ: это ускореніе будетъ ли безпрерывно увеличиваться, или остановится, для того, чтобы измѣниться въ замедленіе? Наблюденія могутъ показать это только по прошествіи большаго числа вѣковъ. Къ счастію, открытіе закона этого ускоренія дало намъ средство доказать, что упомянутое ускореніе есть періодическое. Въ началѣ нынѣшняго вѣка, среднее угловое разстояніе луны отъ весенняго равноденствія, считаемое отъ сего послѣдняго по направленію собственнаго движенія нашего спутника, равнялось 124°,01321 (*).

Луна движется по эллиптической орбитѣ, въ одномъ изъ фокусовъ которой находится центръ земли. Ея радіусъ-векторъ описываетъ, вокругъ сейчасъ упомянутой точки, площади близко пропорціональныя временамъ. Взявъ за единицу среднее разстояніе луны отъ земли, эксцентрицитетъ ея эллипса будетъ 0,0548442, что̀ даетъ наибольшее уравненіе центра равнымъ 6°,9854: кажется, что оно не измѣняется. Лунный перигей имѣетъ прямое движеніе, т. е. по направленію собственнаго движенія солнца: его звѣздное обращеніе, въ началѣ текущаго вѣка, равнялось 3232[дн.], 575343, и среднее его угловое разстояніе отъ весенняго равноденствія было 295°,68037. Движеніе его неравномѣрно: оно замедляется въ то время, когда движеніе луны ускоряется.

Законы эллиптическаго движенія далеко еще не пред-

(*) Въ полночь средняго времени Парижской Обсерваторіи.

ставляютъ лунныхъ наблюденій. Луна подвержена множеству неравенствъ, имѣющихъ очевидное отношеніе къ положенію солнца. Мы укажемъ здѣсь на три важнѣйшихъ.

Перво-открытое и самое значительное изъ нихъ называется *эвекціею*. Это неравенство, достигающее въ своемъ *максимумѣ* до 1°,4907, пропорціонально синусу угла равнаго двойному разстоянію луны отъ солнца, безъ разстоянія луны отъ своего перигея. Въ противустояніяхъ (оппозиціяхъ) и въ соединеніяхъ (коньюнкціяхъ) луны съ солнцемъ, упомянутое неравенство смѣшивается съ уравненіемъ центра, которое притомъ постоянно уменьшается. По этой причинѣ, древніе наблюдатели, опредѣлявшіе элементы лунной теоріи только помощію затмѣнія и съ цѣлію предсказывать эти явленія, нашли уравненіе центра луны менѣе истиннаго, на всю величину эвекціи.

Въ лунномъ движеніи замѣчается еще большое неравенство, исчезающее при соединеніяхъ и противустояніяхъ луны съ солнцемъ, равно какъ и въ точкахъ, въ которыхъ оба свѣтила удалены другъ отъ друга на четверть окружности. Онъ достигаетъ наибольшей величины = 0°,6611, когда взаимное разстояніе ихъ бываетъ 50°: отсюда заключили, что оно пропорціонально синусу двойнаго разстоянія луны отъ солнца. Это неравенство, называемое *варіаціею*, исчезаетъ при затмѣніяхъ и потому не было замѣчено наблюденіями этихъ явленій.

Наконецъ, движеніе луны ускоряется, когда движеніе солнца замедляется, и обратно: отсюда проистекаетъ неравенство, извѣстное подъ названіемъ *годичнаго* уравненія, законъ котораго совершенно тождественъ съ закономъ уравненія солнечнаго центра съ противнымъ знакомъ. Это неравенство, достигающее въ *максимумѣ* до 0°,2074, смѣшивается въ затмѣніяхъ съ уравненіемъ солнечнаго центра; а въ вычисленіяхъ момента этихъ явленій можно

безразлично разсматривать отдѣльно оба эти уравненія, или исключить годичное уравненіе лунной теоріи, увеличивъ имъ уравненіе солнечнаго центра. По этой-то причинѣ, древніе астрономы приписывали солнечной орбитѣ слишкомъ большой эксцентрицитетъ, точно также какъ, по причинѣ эвекціи, опредѣлили лунной орбитѣ эксцентрицитетъ слишкомъ малый.

Эта орбита наклонена къ эклиптикѣ на 5°,7185. Точки ихъ взаимнаго пересѣченія, называемыя *узлами*, не имѣютъ въ небѣ постояннаго мѣста: они одарены попятнымъ движеніемъ, противнымъ лунному, и его нетрудно открыть помощію ряда звѣздъ, встрѣчаемыхъ луною при прохожденіи по эклиптикѣ. *Узломъ восходящимъ* называютъ тотъ, чрезъ который луна поднимается надъ эклиптикою къ сѣверному полюсу; а *узломъ нисходящимъ* тотъ, чрезъ который она опускается внизъ, къ южному полюсу. Длина звѣзднаго обращенія узловъ была, въ началѣ нынѣшняго вѣка, равною 6793$^{дн.}$,39108, а среднее разстояніе восходящаго узла отъ весенняго равноденствія = 15°,46117; но движеніе узловъ замедляется изъ вѣка въ вѣкъ. Оно подчинено различнымъ неравенствамъ, изъ которыхъ самое большое пропорціонально синусу двойнаго разстоянія луны отъ солнца и достигаетъ, въ своемъ *максимумѣ*, до 1°,8102.

Наклоненіе орбиты, равнымъ образомъ, измѣняется. Ея наибольшее неравенство, достигающее въ *максимумѣ* 0°,1627, пропорціонально косинусу того же угла, отъ котораго зависитъ неравенство движенія узловъ; но среднее наклоненіе кажется постояннымъ въ различные вѣка, не смотря на вѣковыя измѣненія плоскости эклиптики.

Лунная орбита, равно какъ и орбиты солнца и всѣхъ небесныхъ тѣлъ, не представляютъ собою чего-либо вещественнаго, точно также какъ и параболы, описываемыя

тѣлами, бросаемыми съ поверхности земли. Чтобы представить движеніе тѣла въ пространствѣ, воображаютъ линію, проведенную чрезъ всѣ послѣдовательныя положенія его центра: эта линія будетъ его орбита, которой постоянная или измѣняющаяся плоскость проходитъ чрезъ два послѣдовательныя положенія тѣла и чрезъ точку, вокругъ которой тѣло представляется въ движеніи.

Можно разсматривать движеніе тѣла и другимъ образомъ, проецируя его мысленно на постоянной плоскости и опредѣляя кривизну его проекціи и высоту надъ тою плоскостію. Эту простую методу употребляютъ астрономы въ таблицахъ небесныхъ движеній.

Кажущійся поперечникъ луны измѣняется подобно варіаціямъ луннаго движенія: онъ равняется 5438″ въ наибольшемъ разстояніи луны отъ земли, и 6207″ въ наименьшемъ.

Тѣ же самые способы, отъ которыхъ ускользнулъ солнечный параллаксъ, по причинѣ своей малости, показали что средній параллаксъ луны равенъ 10661″. На разстояніи, съ котораго мы видимъ луну подъ угломъ 5823″, земля представляла бы поперечникъ въ 21332″; слѣдовательно, ихъ поперечники относятся между собою какъ вышеупомянутыя числа или почти какъ три къ одиннадцати; а объемъ луннаго шара въ сорокъ девять разъ менѣе земнаго.

Виды или фазисы луны представляютъ одно изъ замѣчательнѣйшихъ небесныхъ явленій. Выступая вечеромъ изъ солнечныхъ лучей, луна является тонкимъ серпомъ, который увеличивается по мѣрѣ удаленія отъ солнца и становится полнымъ освѣщеннымъ кругомъ, когда луна придетъ въ противустояніе съ дневнымъ свѣтиломъ; въ послѣдствіи, когда первая опять приближается къ послѣднему, фазисы уменьшаются, соотвѣтственно степени ихъ

предшествовавшаго возрастанія, пока луна, наконецъ, погрузится утромъ въ солнечные лучи.

Выпуклость луннаго серпа, постоянно обращенная къ солнцу, очевидно доказываетъ, что ночное свѣтило заимствуетъ свѣтъ свой отъ дневнаго; и законъ измѣненія видовъ перваго, ширина которыхъ возрастаетъ почти совершенно пропорціонально синусу-верзусу угловаго разстоянія луны отъ солнца, доказываетъ намъ ея шаровидность.

Возвращеніе лунныхъ видовъ зависитъ отъ избытка луннаго движенія предъ солнечнымъ: этотъ избытокъ называется *синодическимъ* движеніемъ луны. Длина синодическаго ея обращенія, или періодъ ея среднихъ соединеній (коньюнкцій), въ настоящее время, равенъ 29$^{\text{дн.}}$, 530588716. Она относится къ тропическому году почти какъ 19 къ 235: то есть, девятнадцать солнечныхъ годовъ составляютъ около двухъ сотъ тридцати пяти лунныхъ мѣсяцевъ.

Сизигіями называются точки лунной орбиты, въ которыхъ луна находится въ соединеніи или въ противустояніи съ солнцемъ. Въ первомъ случаѣ бываетъ *новолуніе*, а въ послѣднемъ — *полнолуніе*. *Квадратуры* суть точки, въ которыхъ луна удалена отъ солнца на 100 или 300 градусовъ, считая по направленію собственнаго ея движенія (*). Въ этихъ точкахъ, называемыхъ *первою* и *третьею четвертями* луны, мы видимъ освѣщенную половину ея диска. Строго принимая, мы видимъ немного болѣе половины, потому-что когда точная половина открывается намъ, угловое разстояніе луны отъ солнца бываетъ нѣсколько менѣе ста градусовъ. Въ этотъ моментъ — ко-

(*) Припомнимъ, что Лапласъ, въ настоящемъ сочиненіи, придерживается дѣленія круга не на 360, а на 400 градусовъ. — *Прим. перев.*

торый узнается потому, что линія, отдѣляющая освѣщенную половину луннаго круга отъ земной, является прямою — линія проведенная отъ наблюдателя къ центру луны перпендикулярна къ линіи, соединяющей центры луны и солнца. Такимъ образомъ, въ треугольникѣ, составленномъ прямыми соединяющими эти центры съ глазомъ наблюдателя, уголъ при лунѣ будетъ прямой, а наблюденіе даетъ уголъ при наблюдателѣ; слѣдовательно, можно опредѣлить разстояніе солнца отъ земли въ частяхъ разстоянія земли отъ луны. Трудность точнаго опредѣленія момента, въ который ровно половина луннаго круга бываетъ освѣщена, дѣлаетъ эту методу не довольно точною, хотя мы обязаны ей первыми правильными свѣдѣніями объ огромномъ объемѣ солнца и его чрезвычайномъ отдаленіи отъ земли.

Объясненіе лунныхъ видовъ ведетъ къ объясненію затмѣній, предмету ужаса для людей во времена невѣжества и предмету любопытства всѣхъ временъ. Луна можетъ быть затмѣна только тогда, когда непрозрачное тѣло заслонитъ ей солнечный свѣтъ. Ясно, что это тѣло есть земля, потому-что лунныя затмѣнія случаются только въ ея противустояніяхъ, т. е. когда земля находится между луною и солнцемъ. Шаръ земной кидаетъ позади себя (относительно солнца) конусъ тѣни, котораго ось находится на прямой, соединяющей солнечный и земной центры, и вершина котораго лежитъ въ точкѣ, гдѣ кажущіеся поперечники обоихъ сказанныхъ тѣлъ были бы одинаковы. Эти поперечники, наблюдаемые изъ центра луны, находящейся въ противустояніи и въ среднемъ ея разстояніи, равняются, для солнца почти 5920″, а для земли 21322″; такъ что конусъ земной тѣни имѣетъ длину по крайней мѣрѣ въ три съ половиною раза бо̀льшую, чѣмъ разстояніе луны отъ земли, и ширина его въ точкахъ его пересѣченія съ луною составляетъ около осьми третей луннаго

поперечника. Слѣдовательно, луна была бы затмѣваема при каждомъ противустояніи съ солнцемъ, если бы плоскость ея орбиты совпадала съ эклиптикою; но, въ слѣдствіе взаимнаго наклоненія этихъ плоскостей, луна, въ своихъ противустояніяхъ, находится то выше, то ниже конуса земной тѣни, и проникаетъ въ него только по близости своихъ узловъ. Если цѣлый кругъ луны погрузится въ земную тѣнь, то затмѣніе будетъ *полное; частнымъ* же оно бываетъ, когда внутрь земной тѣни погружается только часть луннаго диска. Понятно, что близость луны къ ея узламъ, въ моментъ противустоянія, должна производить всѣ видоизмѣненія, наблюдаемыя нами въ ея затмѣніяхъ.

Каждая точка лунной поверхности, прежде своего затмѣнія, теряетъ послѣдовательно свѣтъ различныхъ частей солнечнаго диска. Блескъ точекъ на лунной поверхности слабѣетъ постепенно и угасаетъ въ моментъ погруженія въ лунную тѣнь. Промежутокъ, въ которомъ происходитъ это уменьшеніе, назвали *полутѣнью:* его ширина равна кажущемуся діаметру солнца, наблюдаемому изъ центра луны.

Средняя длина обращенія солнца, относительно узла лунной орбиты, равняется 346$^{\text{дн.}}$, 619851; она относится къ длинѣ синодическаго обращенія луны весьма близко къ отношенію 223 къ 19. Такимъ образомъ, по истеченіи 223 лунныхъ мѣсяцевъ, солнце и луна возвращаются къ прежнему своему положенію относительно узла лунной орбиты; слѣдовательно, затмѣнія должны возвращаться почти въ прежнемъ порядкѣ, что̀ представляетъ весьма простой способъ къ ихъ предсказанію, способъ, употреблявшійся у древнихъ астрономовъ. Неравенства движеній солнца и луны должны однакожь производить тутъ чувствительныя разности. Впрочемъ, возвращеніе обоихъ свѣтилъ къ прежнему положенію относительно узла, въ

промежутки 223 лунныхъ мѣсяцевъ, не совершенно точно, и уклоненія отъ него измѣняютъ, со временемъ, порядокъ затмѣній, замѣченный въ теченіе одного изъ такихъ періодовъ.

Круговидная форма земной тѣни, при лунныхъ затмѣніяхъ, сдѣлала чувствительнымъ, для первыхъ астрономовъ, сферическій видъ земли. Мы увидимъ въ послѣдствіи, что усовершенствованная лунная теорія представляетъ, можетъ быть, точнѣйшій способъ для опредѣленія сжатости земли.

Единственно въ соединеніяхъ солнца съ луною, когда послѣдняя, становясь между солнцемъ и землею, закрываетъ намъ солнечный свѣтъ, мы можемъ наблюдать солнечныя затмѣнія. Хотя луна несравненно менѣе солнца, но, по близости ея къ землѣ, видимый ея поперечникъ мало разнится отъ солнечнаго: случается даже, въ слѣдствіе измѣненія этихъ поперечниковъ, что они поочередно превосходятъ другъ друга. Вообразимъ, что центры солнца и луны находятся на одной прямой съ глазомъ наблюдателя: тогда онъ увидитъ солнце въ затмѣніи. Если кажущійся поперечникъ луны болѣе солнечнаго, то затмѣніе будетъ *полное;* но если первый поперечникъ будетъ менѣе послѣдняго, то наблюдатель увидитъ свѣтлое кольцо, образованное частію солнечнаго круга, выступающею изъ-за луннаго, и затмѣніе будетъ *кольцеобразное.* Если центръ луны не будетъ находиться на прямой, соединяющей наблюдателя съ центромъ солнца, то луна можетъ затмить только часть солнечнаго диска и затмѣніе будетъ *частное.* Слѣдовательно, разности въ разстояніяхъ солнца и луны отъ земнаго центра и разности въ близостяхъ луны къ ея узламъ, въ моментъ ея коньюнкцій, раждаютъ большія видоизмѣненія въ солнечныхъ затмѣніяхъ. Къ этимъ причинамъ присоединяется еще возвышеніе луны надъ горизонтомъ, измѣняющее величину ея кажущагося поперечника и могущее, вліяніемъ луннаго параллакса, увеличить или уменьшить кажущееся разстояніе солнечнаго и луннаго центровъ, такъ что изъ двухъ удаленныхъ другъ отъ друга наблюдателей одинъ можетъ видѣть солнечное затмѣніе несуществующее для другаго. Въ этомъ отношеніи солнечныя затмѣнія отличаются отъ лунныхъ, которыя, для всѣхъ мѣстъ гдѣ они видимы, бываютъ одинаковы и случаются въ одно и то же время.

Часто случается видѣть, какъ облако, несомое вѣтромъ, быстро пробѣгаетъ по холмамъ и равнинамъ и скрываетъ отъ зрителей, надъ которыми проносится, видъ солнца, которымъ наслаждаются всѣ находящіеся внѣ предѣловъ облачной тѣни: здѣсь мы видимъ точный образъ полныхъ солнечныхъ затмѣній. При этихъ явленіяхъ мы видимъ, вокругъ луннаго диска, вѣнецъ блѣднаго свѣта, состоящій вѣроятно изъ солнечной атмосферы, потому-что его протяженіе не можетъ соотвѣтствовать атмосферѣ лунной, которая впрочемъ почти совершенно незамѣтна, какъ то доказали затмѣнія солнца и звѣздъ луною.

Атмосфера, которую можно вообразить вокругъ луны, должна уклонять лучи свѣта къ центру этого свѣтила; и если, какъ то и должно быть, атмосферные слои становятся рѣже по мѣрѣ ихъ возвышенія, то лучи въ нихъ проникающіе наклоняются болѣе и болѣе и описываютъ кривую, вогнутую къ поверхности свѣтила. Наблюдатель, находящійся на лунѣ, пересталъ бы видѣть какое-либо свѣтило только тогда, когда бы оно опустилось подъ горизонтъ на уголъ, называемый *горизонтальною рефракціею* или *горизонтальнымъ преломленіемъ.* Лучи, исходящіе изъ того свѣтила, видимаго на горизонтѣ, пройдя близь лунной поверхности, продолжаютъ свой путь, описывая кривую, подобную той, по которой они туда достигли. Такимъ

образомъ второй наблюдатель, помѣщенный сзади луны, относительно свѣтила, будетъ еще его видѣть, благодаря наклоненію его лучей въ лунной атмосферѣ. Поперечникъ луны не увеличивается чувствительнымъ образомъ преломленіемъ ея атмосферы; слѣдовательно звѣзда, затмѣваемая луною, скрывается позже чѣмъ, въ томъ случаѣ, если бы эта атмосфера не существовала, и, по той же причинѣ, затмѣніе ея прекратится скорѣе; такъ что вліяніе лунной атмосферы преимущественно чувствительно въ продолжительности затмѣній солнца и звѣздъ — луною. Многочисленныя и точныя наблюденія едва позволяютъ подозрѣвать это вліяніе, и несомнѣнно, дознано что на лунной поверхности горизонтальное преломленіе не превышаетъ пяти секундъ. На землѣ, это преломленіе, по крайней мѣрѣ въ тысячу разъ больше; слѣдовательно лунная атмосфера, если она существуетъ, должна быть чрезвычайно рѣдка и гораздо рѣже пустоты, которую мы производимъ лучшими нашими воздушными насосами. Изъ этого мы должны заключить, что ни одно изъ земныхъ животныхъ не можетъ дышать и жить на лунѣ, и, если послѣдняя обитаема, то необходимо животными совершенно другаго вида. Есть причины думать, что на поверхности луны находятся одни только твердыя тѣла. Большіе телескопы показываютъ намъ ее какъ безжизненную массу, на которой будто бы замѣчали дѣйствія и даже изверженія вулкановъ. (Г)

Бугеръ (Bouguer) нашелъ опытами, что свѣтъ полной луны около трехъ сотъ тысячъ разъ слабѣе свѣта солнца: по этой причинѣ лунный свѣтъ, сосредоточенный въ фокусѣ величайшихъ стеколъ и зеркалъ, не оказываетъ замѣтнаго вліянія на термометръ (даже самый чувствительный).

Около новолуній можно видѣть неосвѣщенную часть луннаго диска. Этотъ слабый свѣтъ, названный *пепельнымъ*,

происходитъ отъ свѣта, отражаемаго на луну освѣщеннымъ полушаріемъ земли. Это подтверждается тѣмъ, что пепельный свѣтъ чувствительнѣе около поволуній, когда большая часть освѣщеннаго полушарія земли обращена къ лунѣ (*). Въ самомъ дѣлѣ, очевидно земля представляетъ наблюдателю, помѣщенному на лунѣ, виды или фазисы, подобные тѣмъ, которые представляетъ намъ луна, но сопровождаемые сильнѣйшимъ свѣтомъ, въ слѣдствіе большаго протяженія земной поверхности.

Лунный дискъ представляетъ множество неподвижныхъ пятенъ, которыя были тщательно наблюдаемы и описаны. Они показываютъ намъ, что луна постоянно обращена къ намъ почти однимъ только полушаріемъ и обращается вокругъ своей оси въ промежутокъ времени, равный обращенію ея вокругъ земли. Если вообразить себѣ наблюдателя стоящаго въ центрѣ луны, предположенной прозрачною, онъ увидитъ землю и зрительный лучъ движущимся вокругъ него, а такъ какъ этотъ лучъ пересѣкаетъ лунную поверхность постоянно почти въ одной и той же точкѣ, то, очевидно, эта точка должна двигаться вокругъ наблюдателя въ одно время и по одному направленію съ землею.

Однакожь, послѣдовательное наблюденіе луннаго диска представило легкія измѣненія въ его видѣ: пятна, попеременно, то приближаются къ краямъ, то удаляются отъ нихъ. Пятна очень къ нимъ близкія поочередно исчезаютъ и вновь являются, совершая періодическія колебанія, которыя названы *либраціей* или *качаніемъ луны*.

Чтобы составить себѣ вѣрную идею о главныхъ причинахъ этого явленія, должно принять въ соображеніе,

(*) Яркость пепельнаго свѣта зависитъ еще отъ величины освѣщеннаго луннаго серпа. Когда послѣдній увеличится до извѣстной степени, то пепельный свѣтъ неосвѣщенной части луннаго диска совершенно исчезаетъ. — *Прим. перев.*

что лунный дискъ, видимый изъ центра земли, ограниченъ окружностію круга луннаго шара, перпендикулярнаго его радіусу-вектору: на плоскости этого круга проекцируется лунное полушаріе, обращенное къ землѣ и кажущіеся виды котораго связаны съ вращательнымъ движеніемъ этого свѣтила. Если бы луна не имѣла вращательнаго движенія, ея радіусъ-векторъ описывалъ бы, при каждомъ лунномъ обращеніи, окружность большаго круга, на ея поверхности, которой бы всѣ части послѣдовательно представлялись намъ. Но въ то же время какъ радіусъ-векторъ стремится описывать ету окружность, лунный шаръ, вращаясь, всегда приводитъ почти ту же самую точку своей поверхности на этотъ радіусъ, и слѣдовательно обращаетъ къ землѣ одно и то же полушаріе.

Неравенства луннаго движенія производятъ легкія измѣненія въ этихъ кажущихся видахъ, потому-что вращательное движеніе луны, не участвуя чувствительнымъ образомъ въ этихъ неравенствахъ, измѣняется относительно своего радіуса-вектора, который такимъ образомъ пересѣкаетъ лунную поверхность въ различныхъ точкахъ. Слѣдовательно, лунный шаръ, относительно этого радіуса, совершаетъ колебанія, соотвѣтствующія неравенствамъ его движенія и поочередно то открывающія намъ, то скрывающія отъ насъ, нѣкоторыя части лунной поверхности.

Но лунный шаръ представляетъ еще другое колебаніе по широтѣ, перпендикулярное къ вышесказанному и, вслѣдствіе котораго страны, лежащія близь полюсовъ вращенія луны, поочередно то скрываются, то опять открываются. Чтобы постичь это явленіе, предположимъ ось вращенія перпендикулярною къ эклиптикѣ. Когда луна будетъ въ ея восходящемъ узлѣ, оба ея полюса будутъ на южномъ и сѣверномъ краяхъ видимаго полушарія. По мѣрѣ возвышенія ея надъ эклиптикою, сѣверный полюсъ

и очень близкія къ нему страны скроются, тогда какъ окрестности южнаго полюса будутъ все болѣе и болѣе открываться, до тѣхъ поръ, пока свѣтило, достигнувъ наибольшей своей сѣверной высоты, начнетъ опять спускаться къ эклиптикѣ.

Вышесказанныя явленія повторятся потомъ въ обратномъ порядкѣ; и когда луна, достигнувъ своего нисходящаго узла, уйдетъ подъ эклиптику, сѣверный полюсъ представитъ тѣ же явленія, которыя выше представлялъ полюсъ южный.

Ось вращенія луны не совершенно перпендикулярна къ эклиптикѣ, и ея наклоненіе производитъ явленія, которыя можно изучить, предположивъ что луна движется по самой плоскости эклиптики, такъ что ея ось вращенія остается постоянно параллельною. Ясно, что тогда каждый полюсъ будетъ видимъ въ теченіе половины обращенія луны вокругъ земли и невидимъ въ теченіе другой половины этого обращенія, такъ что окружающія каждый полюсъ страны будутъ поочередно открываться и скрываться.

Наконецъ, припомнимъ что наблюдатель находится не въ центрѣ земли, а на ея поверхности; лучъ его зрѣнія, идущій отъ глаза къ центру луны, опредѣляетъ средину видимаго ея полушарія. Ясно, что по причинѣ луннаго параллакса, этотъ лучъ пересѣчетъ лунную поверхность въ замѣтно различныхъ точкахъ, смотря по высотѣ этого свѣтила надъ горизонтомъ.

Всѣ эти причины производятъ только кажущееся колебаніе луннаго шара: онѣ чисто-оптическія и не имѣютъ никакого вліянія на дѣйствительное вращательное движеніе. Это движеніе можетъ, однакожь, быть подчинено небольшимъ неравенствамъ, которыя впрочемъ такъ мало чувствительны, что даже избѣгли отъ наблюденій.

Совсѣмъ другое видимъ мы относительно измѣненій

плоскости луннаго экватора. Прилежное наблюденіе лунныхъ пятенъ показало Доминику Кассини, что ось этого экватора не перпендикулярна къ эклиптикѣ, какъ то прежде полагали, и что ея послѣдовательныя положенія не въ точности параллельны между собою. Этотъ великій астрономъ пришелъ къ слѣдующему результату, составляющему одно изъ его прекраснѣйшихъ открытій, и заключающему въ себѣ всю астрономическую теорію истинной либраціи луны.

«Если, чрезъ центръ луны, мы предположимъ первую «плоскость перпендикулярную къ оси ея обращенія и сли«вающуюся съ плоскостью экватора; кромѣ того, если «вообразимъ, чрезъ тотъ же центръ, вторую плоскость «параллельную эклиптикѣ, и третью плоскость, на которой «будетъ находиться орбита луны, не обращая вниманія «на періодическія неравенства ея наклоненія и узловъ: «эти три плоскости будутъ постоянно имѣть общее пере«сѣченіе, и вторая плоскость, находящаяся между двумя «остальными, составитъ съ первою уголъ около 1°,67, а «съ третьею уголъ 5°,7155».

Такимъ образомъ, пересѣченія луннаго экватора съ эклиптикою, или узлы, всегда совпадаютъ съ средними узлами лунной орбиты и, подобно имъ, будутъ имѣть понятное движеніе съ періодомъ въ 6793[дн.], 39108. Въ этотъ промежутокъ, оба полюса экватора и лунной орбиты описываютъ малые круги, параллельные эклиптикѣ, заключая между собою ея полюсъ, такъ что эти три полюса будутъ всегда на большомъ кругѣ небесной сферы.

На поверхности луны воздымаются высокія горы: тѣнь ихъ, разстилаясь по долинамъ, образуетъ на нихъ пятна, измѣняющіяся съ положеніемъ солнца. На краяхъ освѣщенной части луннаго диска, горы представляются въ видѣ зубчатаго гребня, простирающагося за свѣтлую линію,

на разстоянія, измѣренія которыхъ показали, что высота ихъ простирается, по-крайней-мѣрѣ, до трехъ тысячъ метровъ (*). (Д) Направленіе тѣней показываетъ, что поверхность луны усѣяна глубокими впадинами, похожими на бассейны нашихъ морей. Наконецъ, эта поверхность представляетъ, повидимому, слѣды вулканическихъ изверженій; образованіе новыхъ пятенъ и искры, неоднократно замѣченныя на неосвѣщенной части диска, кажется указываютъ на существованіе дѣятельныхъ вулкановъ. (Е)

ГЛАВА ПЯТАЯ.

О ПЛАНЕТАХЪ И, ВЪ ОСОБЕННОСТИ, О МЕРКУРІИ И ВЕНЕРѢ.

Среди безчисленнаго множества блестящихъ точекъ, которыми усѣянъ небесный сводъ, и которыя почти постоянно сохраняютъ одинаковое взаимное положеніе, десять свѣтилъ постоянно видимыхъ (когда они не погружены въ лучи солнца) обращаются вокругъ него, по весьма сложнымъ законамъ, изслѣдованіе которыхъ составляетъ одинъ изъ главныхъ предметовъ астрономіи. Эти свѣтила, названныя *планетами*, суть: Меркурій, Венера, Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ, извѣстные уже въ глубокой древности, потому-что они видимы простымъ глазомъ. Къ нимъ присоединяются: Уранъ, Церера, Паллада и Веста, которыхъ недавнимъ открытіемъ мы обязаны пособію телескоповъ (**). Первыя двѣ планеты (Меркурій и Венера), не удаляются

(*) Около трехъ верстъ.

(**) О новооткрытыхъ въ новѣйшее время планетахъ, подробно сказано въ нашемъ прибавленіи, находящемся въ концѣ книги. — *Прим. перев.*

отъ солнца далѣе извѣстныхъ предѣловъ; другія же отходятъ отъ послѣдняго на всѣ угловыя разстоянія. Движенія всѣхъ этихъ тѣлъ совершаются въ поясѣ небесной сферы, носящемъ названіе *зодіака*. Ширина этого пояса раздѣляется эклиптикою на двѣ равныя части.

Меркурій никогда не удаляется отъ солнца болѣе какъ на 32 градуса. Когда онъ начинаетъ являться вечеромъ, его едва можно различить въ лучахъ сумерекъ: въ послѣдующіе дни онъ открывается все болѣе и болѣе, и, удалившись отъ солнца на разстояніе около 25 градусовъ, онъ снова къ нему возвращается. Въ этотъ промежутокъ, движеніе Меркурія, отнесенное къ звѣздамъ, бываетъ прямое; но когда, приближаясь къ солнцу, разстояніе его отъ дневнаго свѣтила уменьшится до двадцати градусовъ, планета кажется неподвижно стоящею и движеніе ея затѣмъ дѣлается попятнымъ. Меркурій продолжаетъ приближаться къ солнцу и, наконецъ, вечеромъ, вновь погружается въ его лучи. Пробывъ въ нихъ нѣкоторое время невидимою, планета вновь появляется утромъ, выходя изъ лучей и удаляясь отъ солнца. Движеніе ея попятное, какъ и предъ исчезновеніемъ; но достигнувъ двадцатиградуснаго разстоянія, она вновь какъ бы останавливается и принимаетъ затѣмъ прямое движеніе. Меркурій продолжаетъ удаляться отъ солнца, до разстоянія двадцати пяти градусовъ; затѣмъ вновь къ нему приближается и погружается утромъ въ солнечные лучи, изъ которыхъ вскорѣ появляясь вечеромъ, повторяетъ рядъ описанныхъ выше явленій.

Величина наибольшихъ отдаленій Меркурія, въ обѣ стороны отъ солнца измѣняется, отъ 18 до 32 градусовъ. Продолжительность этихъ полныхъ колебаній, или возвратовъ къ прежнему положенію относительно солнца, также измѣняется отъ 106 до 130 дней. Средняя дуга отступленія или попятности планеты около пятнадцати градусовъ, а средняя ея продолжительность 23 дня; но между этими величинами случаются большія разности въ различныхъ отступленіяхъ. Вообще движеніе Меркурія весьма сложное; оно совершается не строго въ плоскости эклиптики, ибо планета иногда удаляется отъ сей послѣдней болѣе чѣмъ на пять градусовъ.

Конечно, необходимъ былъ долгій рядъ наблюденій, чтобы открыть тождество двухъ свѣтилъ, которыя попеременно, утромъ и вечеромъ, то удалялись отъ солнца, то приближались къ нему. Но такъ какъ одно изъ нихъ появлялось только тогда, когда другое исчезало, то это навело на мысль, что явленіе относится къ одной и той же планетѣ, колеблющейся по обѣимъ сторонамъ солнца.

Кажущійся поперечникъ Меркурія измѣняется, и эти измѣненія имѣютъ очевидное отношеніе къ его положенію относительно солнца и направленія его движенія. Упомянутый поперечникъ бываетъ наименьшимъ, когда планета погружается утромъ въ солнечные лучи, или когда она выходитъ изъ нихъ вечеромъ; онъ же достигаетъ *максимума*, когда Меркурій освобождается изъ нихъ утромъ или исчезаетъ вечеромъ. Средняя величина этого поперечника $= 21'',3$.

Иногда, въ промежутокъ между вечернимъ исчезаніемъ Меркурія и его утреннимъ появленіемъ, планета проходитъ по солнечному диску, въ видѣ чернаго пятна, описывающаго хорду того диска. Планету узнаютъ въ этомъ случаѣ, по ея положенію и попятному движенію, указаннымъ теоріею. Эти прохожденія Меркурія представляютъ дѣйствительныя кольцеобразныя затмѣнія солнца, доказывающія, что планета заимствуетъ отъ него свой свѣтъ.

Въ сильныя зрительныя трубы, Меркурій представляетъ фазисы, подобные луннымъ и, подобно послѣднимъ, обращенные выпуклостію къ солнцу. Ихъ величина, измѣняю-

щаяся соотвѣтственно положенію планеты относительно солнца и направленію ея движенія, кидаетъ яркій свѣтъ на свойство орбиты.

Венера представляетъ тѣ же явленія, какъ и Меркурій, съ тою только разницею, что фазисы ея гораздо чувствительнѣе, колебанія ея болѣе обширны и продолжительность ихъ значительнѣе. Наибольшія удаленія Венеры отъ солнца измѣняются отъ 50 до 53 градусовъ, и ихъ средняя продолжительность (или возвращеніе планеты къ прежнему положенію относительно солнца) равняется 584 днямъ. Отступленіе начинается или оканчивается, когда планета, приближаясь вечеромъ къ солнцу, или удаляясь отъ него утромъ, находится на разстояніи 32 градусовъ. Дуга ея отступленія составляетъ около 18 градусовъ, при средней продолжительности времени 42 дней.

Венера не въ точности движется по плоскости эклиптики, отъ которой она удаляется иногда на нѣсколько градусовъ.

Времена прохожденія Венеры по солнечному диску. наблюдаемыя на землѣ, съ весьма удаленныхъ другъ отъ друга точекъ, значительно разнятся между собою, по той же причинѣ, которая измѣняетъ продолжительность солнечнаго затмѣнія въ различныхъ странахъ. Въ слѣдствіе параллакса планеты, различные наблюдатели относятъ ее къ различнымъ точкамъ упомянутаго диска, на которомъ они видятъ планету, описывающую болѣе или менѣе длинныя хорды. Въ прохожденіе, случившееся въ 1769 году, времена прохожденій, наблюденныя на Отаити (въ Южномъ Океанѣ) и Каянебургѣ (въ Шведской Лапландіи), представили разность болѣе пятнадцати минутъ. Такъ какъ эти времена могутъ быть опредѣлены съ большою точностію, то разность ихъ даетъ весьма точный параллаксъ Венеры и, слѣдовательно, разстояніе ея отъ земли, въ моментъ соединенія. Весьма замѣчательный законъ, который мы изложимъ вслѣдъ за открытіями, послужившими къ его познанію, связываетъ параллаксъ Венеры съ параллаксомъ солнца и всѣхъ планетъ; почему наблюденіе прохожденій Венеры представляетъ чрезвычайный интересъ въ астрономіи. Эти прохожденія, повторившись въ промежутокъ восьми лѣтъ, возвращаются по прошествіи слишкомъ одного вѣка; потомъ вновь повторяются чрезъ восемь лѣтъ и т. д. Послѣднія прохожденія случились 5 іюня 1761 и 3 іюня 1769. Въ то время астрономы разсѣялись по мѣстамъ, гдѣ всего выгоднѣе было ихъ наблюдать, и изъ сличенія всѣхъ этихъ наблюденій выведенъ параллаксъ солнца $= 26''54$, въ среднемъ его разстояніи отъ земли. (Ж)

Ближайшія къ намъ будущія прохожденія Венеры по солнцу случатся 8 декабря 1874 и 6 декабря 1882.

Чрезвычайныя измѣненія кажущагося поперечника Венеры доказываютъ намъ, что разстояніе ея отъ земли бываетъ чрезвычайно различно. Оно бываетъ наименьшимъ въ моментъ прохожденія планеты по солнцу: кажущійся ея поперечникъ бываетъ тогда $= 189''$. Средній же діаметръ Венеры равняется, по Араго, $52''{,}173$.

Движеніе нѣсколькихъ пятенъ, замѣченныхъ на этой планетѣ, дало возможность Доминику Кассини опредѣлить періодъ ея обращенія, равняющійся почти однимъ суткамъ. Шретеръ, многочисленными послѣдовательными наблюденіями измѣненія ея роговъ и нѣсколькихъ свѣтлыхъ точекъ близь краевъ неосвѣщенной части планеты, подтвердилъ сказанный результатъ, возбудившій нѣкоторыя сомнѣнія. Онъ опредѣлилъ періодъ ея обращенія $= 0^{\text{дн.}}, 973$ и нашелъ, подобно Кассини, что экваторъ Венеры составляетъ съ эклиптикою значительный уголъ. Наконецъ, изъ своихъ наблюденій, онъ заключилъ о существованіи весьма высокихъ горъ на поверхности этой

планеты. По закону уменьшенія освѣщенія, при переходѣ темной ея части въ свѣтлую, онъ предположилъ, что планета окружена обширною атмосферою, которой преломляющая сила мало разнится отъ таковой же силы земной атмосферы. Чрезвычайная трудность наблюденія этихъ явленій помощію сильнѣйшихъ телескоповъ, въ нашихъ климатахъ, должна побудить къ ихъ внимательному изученію астрономовъ, наблюдающихъ въ странахъ болѣе южныхъ, подъ благопріятнѣйшимъ небомъ. Но при этихъ деликатныхъ наблюденіяхъ, гдѣ впечатленія такъ слабы, должно опасаться вліянія воображенія, которое порожденными имъ (субьективными) изображеніями видоизмѣняетъ (объективныя) изображенія, доставляемыя зрѣніемъ самыхъ предметовъ.

Венера превосходитъ блескомъ всѣ другія планеты и звѣзды, и бываетъ иногда такъ свѣтла, что можетъ быть видима днемъ, безъ помощи трубъ. Это явленіе, зависящее отъ возвращенія планеты къ прежнему положенію относительно солнца, повторяется чрезъ промежутки около 19 мѣсяцевъ, а наибольшій ея блескъ повторяется чрезъ каждыя восемь лѣтъ. Это нерѣдкое явленіе каждый разъ возбуждаетъ удивленіе толпы, которая отыскиваетъ въ немъ тайную связь съ замѣчательными современными событіями.

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

О МАРСѢ.

Двѣ разсмотрѣнныя нами планеты сопровождаютъ солнце, какъ будто его спутники, и ихъ среднее движеніе вокругъ земли подобно тому же движенію дневнаго свѣтила.

Другія планеты удаляются отъ солнца на всѣ угловыя разстоянія, хотя ихъ движенія имѣютъ къ солнечному отношенія не позволяющія сомнѣваться во вліяніи на нихъ этого свѣтила.

Марсъ кажется намъ движущимся вокругъ земли отъ запада къ востоку. Среднее время его звѣзднаго обращенія очень блиско къ 687 днямъ. Его синодическое обращеніе, или возвращеніе къ прежнему положенію относительно солнца, составляетъ около 780 дней. Движеніе его очень неравномѣрно: когда мы начинаемъ видѣть эту планету утромъ, при выхожденіи ея изъ солнечныхъ лучей, движеніе ея бываетъ прямое и самое быстрое; оно мало по малу ослабѣваетъ и совершенно уничтожается, когда планета достигнетъ разстоянія 152° отъ солнца; затѣмъ оно измѣняется въ попятное, котораго скорость увеличивается до момента противустоянія Марса съ солнцемъ. Эта скорость, достигнувъ тутъ до *максимума*, уменьшается и опять совершенно уничтожается, когда Марсъ, приближаясь къ солнцу, подойдетъ къ нему на 152°. Движеніе вновь принимаетъ прямое направленіе, послѣ семидесяти трехъ дневнаго попятнаго, и въ этотъ промежутокъ планета описываетъ дугу отступленія около 18 градусовъ. Продолжая приближаться къ солнцу, Марсъ, наконецъ, погружается вечеромъ въ его лучи. Эти странныя явленія возобновляются при всѣхъ противустояніяхъ Марса, съ довольно значительными разностями въ величинѣ и времени отступленій (ретроградацій).

Марсъ не съ точностію движется въ плоскости эклиптики, и иногда удаляется отъ нея на нѣсколько градусовъ. Измѣненія его кажущагося поперечника весьма значительны: въ среднемъ разстояніи планеты онъ $= 19'',40$, но постоянно увеличиваясь, по мѣрѣ приближенія планеты къ противустоянію, достигаетъ въ немъ до $56'',43$. Тогда па-

раллаксъ Марса становится чувствительнымъ и почти вдвое больше солнечнаго. Законъ, существующій между параллаксомъ солнца и Венеры, также имѣетъ мѣсто между параллаксами солнца и Марса. Наблюденія послѣдняго параллакса показали приблизительно солнечный параллаксъ, ранѣе послѣднихъ прохожденій Венеры по солнцу, опредѣлившихъ его съ большою точностію.

Дискъ Марса видимо измѣняетъ свою форму и становится чувствительно овальнымъ, смотря по положенію его относительно солнца. Фазисы Марса свидѣтельствуютъ, что онъ получаетъ свой свѣтъ отъ сейчасъ упомянутаго свѣтила. Пятна, видимыя на поверхности планеты, доказали что она движется на своей оси, съ запада къ востоку, въ періодъ 1$^{дн.}$, 02733, и что эта ось наклонена къ эклиптикѣ подъ угломъ 66°,33.

Полярный поперечникъ Марса немного короче экваторіальнаго. По измѣреніямъ Араго̀, діаметры эти относятся между собою какъ 189 къ 194. Приведенныя выше измѣренія поперечника относятся къ среднему между этими двумя.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

О ЮПИТЕРѢ И ЕГО СПУТНИКАХЪ.

Юпитеръ обращается отъ запада къ востоку въ періодъ весьма близкій къ 4332$^{дн.}$, 6; а длина его синодическаго обращенія около 399 дней. Неравенства его подобны марсовымъ. Ранѣе противустоянія планеты съ солнцемъ, когда она удалена отъ послѣдняго на 128 градусовъ, движеніе ея становится попятнымъ: оно ускоряется до момента противустоянія, потомъ замедляется, уничто-

жается и превращается въ прямое, когда планета вновь приблизится къ солнцу на 128 градусовъ. Это попятное движеніе продолжается 121 день и дуга попятности равна 11 градусамъ; однакожь существуютъ чувствительныя разности въ величинѣ и продолжительности различныхъ попятностей Юпитера.

Движеніе этой планеты совершается не строго въ плоскости эклиптики, ибо Юпитеръ удаляется отъ нея иногда на три или четыре градуса.

На поверхности Юпитера видны нѣсколько темныхъ полосъ, чувствительно параллельныхъ между собою и къ эклиптикѣ; тамъ же замѣчаются и другія пятна, движеніе которыхъ показало, что Юпитеръ обращается отъ запада къ востоку на оси, почти перпендикулярной къ эклиптикѣ, въ періодъ 0$^{дн.}$, 41377.

Измѣненія нѣкоторыхъ пятенъ и чувствительныя разности въ временахъ обращенія, выведенныхъ изъ ихъ движенія, даютъ поводъ полагать, что они не занимаютъ постояннаго мѣста на поверхности планеты: это кажется облака, носимыя вѣтрами, въ весьма подвижной атмосферѣ, съ различными скоростями.

Послѣ Венеры, Юпитеръ есть самая блестящая планета: онъ даже превосходитъ иногда блескомъ Венеру. Кажущійся его діаметръ, достигающій *максимума* въ противостояніяхъ, доходитъ до 141″,6; средняя его величина, по направленію экватора, равна 113″,4; но онъ неодинаковъ по всѣмъ направленіямъ. Планета значительно сплюснута у своихъ полюсовъ вращенія, и Араго̀ нашелъ весьма точными измѣреніями, что полярный поперечникъ Юпитера относится къ его экваторіальному весьма близко какъ число 166 къ 177.

Вокругъ Юпитера находятся четыре небольшія свѣтила, постоянно сопровождающія эту планету. Ихъ вза-

имное положеніе безпрерывно измѣняется: они движутся по обѣимъ сторонамъ планеты и, по величинѣ этихъ движеній (колебаній), опредѣляется ихъ порядокъ, называя *первымъ* тотъ, котораго движеніе имѣетъ наименьшее протяженіе. Они проходятъ иногда по диску Юпитера и кидаютъ на него свою тѣнь, которая описываетъ тогда хорду на этомъ дискѣ. Слѣдовательно, Юпитеръ и его спутники суть темныя тѣла, освѣщаемыя солнцемъ. Становясь между солнцемъ и Юпитеромъ, спутники причиняютъ своими тѣнями, на планетѣ, истинныя затмѣнія солнца, совершенно подобныя тѣмъ, которыя луна причиняетъ на землѣ.

Тѣнь, бросаемая Юпитеромъ позади себя, относительно солнца, объясняетъ другое явленіе, представляемое намъ спутниками. Они часто исчезаютъ, далеко не достигнувъ диска планеты. Третій и четвертый вновь являются иногда на той же самой сторонѣ планеты. Эти исчезновенія совершенно подобны луннымъ затмѣніямъ, и обстоятельства, ихъ сопровождающія, не оставляютъ въ томъ ни малѣйшаго сомнѣнія. Спутники всегда исчезаютъ со стороны диска, противоположной солнцу и, слѣдовательно, на сторонѣ конуса тѣни, отбрасываемой планетою: они затмѣваются ближе къ диску, когда планета ближе къ противостоянію. Наконецъ, продолжительность ихъ затмѣній въ точности соотвѣтствуетъ времени, которое они должны употребить для прохожденія конуса юпитеровой тѣни. Слѣдовательно, спутники движутся, вокругъ планеты, отъ запада къ востоку.

Наблюденіе затмѣній спутниковъ представляетъ надежнѣйшій способъ для опредѣленія ихъ движеній. Точныя времена ихъ звѣздныхъ и синодическихъ обращеній вокругъ планеты получаются сравненіемъ весьма удаленныхъ одно отъ другаго затмѣній, наблюденныхъ близь

оппозиціи. Такимъ путемъ найдено, что движеніе юпитеровыхъ спутниковъ равномѣрное и почти круговое. Такъ какъ эта ипотеза удовлетворяетъ приблизительнымъ образомъ затмѣніямъ, въ которыхъ мы видимъ эту планету въ одинаковомъ положеніи относительно солнца, то можно для каждаго момента, опредѣлить положеніе спутниковъ, наблюдаемыхъ изъ центра ихъ планеты.

Отсюда истекаетъ простая и довольно точная метода для взаимнаго сравненія разстояній Юпитера отъ солнца и земли. Эта метода была недоступна древнимъ астрономамъ, потому-что параллаксъ Юпитера незамѣтенъ даже при точности новѣйшихъ наблюденій, въ ближайшемъ разстояніи планеты отъ земли. Древніе астрономы судили о разстояніи отъ насъ до Юпитера по времени обращенія послѣдняго, полагая что, съ увеличеніемъ разстоянія, увеличивается и время обращенія.

Положимъ, что мы сдѣлали наблюденіе полнаго времени затмѣнія третьяго спутника. По срединѣ затмѣнія, спутникъ, видимый изъ центра Юпитера, былъ весьма близокъ къ противостоянію съ солнцемъ; его звѣздное положеніе, видимое изъ того центра и легко выводимое изъ движеній Юпитера и спутника, слѣдовательно, было тогда тоже самое, какъ и центра Юпитера, наблюдаемаго съ солнца. Прямое наблюденіе, или извѣстное движеніе солнца, даетъ положеніе земли видимой изъ центра этого свѣтила. И такъ, построивъ треугольникъ изъ прямыхъ, соединяющихъ центры солнца, земли и Юпитера, получимъ уголъ при солнцѣ; прямое наблюденіе даетъ уголъ при землѣ, и, слѣдовательно, мы будемъ имѣть, въ моментъ средины затмѣнія, прямолинейныя разстоянія Юпитера отъ земли и солнца, въ частяхъ разстоянія солнца отъ земли. Этимъ путемъ найдено, что Юпитеръ по-крайней-мѣрѣ впятеро далѣе отъ насъ чѣмъ солнце, когда его кажущійся попе-

речникъ равенъ 113",4. На подобномъ разстояніи, поперечникъ земли представился бы подъ угломъ 10",4. Слѣдовательно, объемъ Юпитера, по-крайней-мѣрѣ, въ тысячу разъ болѣе земнаго.

Величину юпитеровыхъ спутниковъ невозможно измѣрить съ точностію, по причинѣ нечувствительности ихъ поперечниковъ. Пытались измѣрить величину ихъ временемъ, которое они употребляютъ для проникновенія въ тѣнь планеты; но наблюденія представляютъ, въ этомъ отношеніи, большія разногласія, вслѣдствіе различія силы зрительныхъ трубъ, состоянія атмосферы, высоты спутниковъ надъ горизонтомъ, кажущагося удаленія спутниковъ отъ планеты и, наконецъ, измѣненія ихъ полушарій къ намъ обращенныхъ. Сравненіе блеска спутниковъ независимо отъ первыхъ четырехъ причинъ, которыя только пропорціонально видоизмѣняютъ ихъ свѣтъ; поэтому, оно можетъ пояснить намъ возвращеніе пятенъ, которыя, вращательнымъ движеніемъ этихъ тѣлъ, должны послѣдовательно представляться землѣ и, слѣдовательно, пояснить самое это движеніе. Гершель, занимавшійся этими деликатными изслѣдованіями, нашелъ, что спутники попемѣнно блещутъ одинъ ярче другаго, — обстоятельство весьма удобное для сужденія о *максимумѣ* и *минимумѣ* ихъ свѣта; и сравнивая эти *максимумы* и *минимумы* съ взаимными положеніями этихъ свѣтилъ, онъ нашелъ, что они обращаются вокругъ самихъ себя, подобно лунѣ, въ продолженіе времени, равное ихъ обращенію вокругъ Юпитера. Тотъ же самый результатъ вывелъ еще ранѣе Маральди, для четвертаго спутника, изъ возвращеній одного и того же пятна, наблюденнаго на его дискѣ, при его прохожденіяхъ по планетѣ. Большое удаленіе небесныхъ тѣлъ ослабляетъ явленія представляемыя ихъ поверхностями, до того, что они кажутся только легкими измѣненіями свѣта,

ускользающими отъ перваго взгляда и чувствительными только для глазъ навыкшихъ въ этомъ родѣ наблюденій. Но не должно употреблять этого способа, столь подверженнаго вліянію воображенія, иначе, какъ съ крайнею осмотрительностію, чтобы не обмануться въ существованіи упомянутыхъ измѣненій и не ошибиться относительно причинъ, дѣйствію которыхъ мы ихъ приписываемъ.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

О САТУРНѢ, ЕГО СПУТНИКАХЪ И КОЛЬЦѢ.

Сатурнъ движется отъ запада къ востоку въ періодъ 10759 дней. Его синодическое обращеніе совершается въ 378 дней. Движеніе его, совершающееся весьма приблизительно въ плоскости эклиптики, подвержено неравенствамъ, подобно движеніямъ Марса и Юпитера. Оно становится обратнымъ или перестаетъ быть таковымъ, когда планета, прежде или послѣ своего противостоянія, удаляется на 121° отъ солнца. Это обратное движеніе продолжается около 139 дней и дуга его имѣетъ около семи градусовъ.

Въ моментъ противостоянія, поперечникъ Сатурна бываетъ наибольшимъ: средняя его величина около 50 секундъ.

Сатурнъ представляетъ явленіе единственное въ системѣ міра. Его часто видятъ посреди двухъ маленькихъ тѣлъ, которыя кажутся прикрѣпленными къ бокамъ этой планеты и которыхъ видъ и величина весьма различны. Иногда эти тѣла превращаются въ кольцо, повидимому окружающее планету; въ другія же времена, тѣла эти совершенно исчезаютъ и Сатурнъ является круглымъ,

подобно другимъ планетамъ. Тщательно слѣдя за этими странными видоизмѣненіями и соображая ихъ съ положеніями Сатурна относительно солнца и земли, Гюйгенсъ открылъ, что они происходятъ отъ круглаго, широкаго и тонкаго кольца, окружающаго шаръ Сатурна, но нигдѣ къ нему не прикасающагося и, при вращеніи, постоянно параллельнаго самому себѣ. Это кольцо, наклоненное къ плоскости эклиптики подъ угломъ 31°,85, представляется землѣ всегда косвенно, въ формѣ эллипса, котораго наибольшая ширина составляетъ около половины его длины. Этотъ эллипсъ постепенно съуживается, по мѣрѣ того, какъ лучъ зрѣнія, проведенный отъ Сатурна къ землѣ, наклоняется къ плоскости кольца, котораго задняя дуга скрывается наконецъ за планетою, тогда какъ передняя дуга сливается съ нею. Но его тѣнь, брошенная на дискъ Сатурна, представляется въ видѣ темной полосы, видимой въ хорошія зрительныя трубы, и доказывающей, что Сатурнъ и его кольцо—тѣла непрозрачныя, освѣщенныя солнцемъ. Тогда можно различать только части кольца, выдающіяся по обѣ стороны Сатурна: эти части мало-по-малу уменьшаются въ ширину и наконецъ исчезаютъ въ то время, когда земля находится въ плоскости кольца, толщина котораго слишкомъ мала для того, чтобы быть видимою.

Кольцо исчезаетъ тогда, когда солнце, находясь въ его плоскости, освѣщаетъ его толщину; оно остается невидимымъ, пока плоскость его находится между солнцемъ и землею, и появляется только тогда, когда солнце и земля будутъ на одной сторонѣ той плоскости, вслѣдствіе взаимныхъ движеній Сатурна и солнца.

Такъ какъ плоскость кольца встрѣчаетъ солнечную орбиту при каждомъ полуобращеніи Сатурна, явленія его исчезанія и появленія повторяются каждыя почти пятнадцать лѣтъ, но, часто, при различныхъ обстоятельствахъ.

Можетъ даже случиться въ теченіе одного года два появленія и два исчезанія кольца, но отнюдь не болѣе.

Во время исчезанія кольца, его ребро отражаетъ намъ солнечный свѣтъ, но въ слишкомъ маломъ количествѣ, чтобы сдѣлаться замѣтнымъ. Впрочемъ несомнѣнно, что, при помощи сильныхъ телескоповъ, кольцо будетъ видимо, ибо такіе телескопы увеличиваютъ его свѣтъ. Гершель доказалъ это: онъ не переставалъ видѣть кольцо во все то время, пока оно скрывалось отъ всѣхъ прочихъ наблюдателей.

Наклоненіе кольца къ эклиптикѣ измѣряется наибольшимъ расширеніемъ эллипса имъ представляемаго. Положеніе его узловъ съ плоскостью эклиптики легко выводится изъ положенія Сатурна, когда появленіе и исчезаніе кольца зависитъ отъ встрѣчи его плоскости землею. Слѣдовательно, всѣ явленія этого рода, которыя даютъ то же звѣздное положеніе узламъ, причиняются упомянутою встрѣчею: другія происходятъ отъ встрѣчи той же плоскости солнцемъ. Такимъ образомъ, въ эпоху появленія или исчезновенія кольца, можно узнать, зависитъ ли это явленіе отъ встрѣчи его плоскости солнцемъ или луною. Когда эта плоскость проходитъ чрезъ солнце, положеніе ея узловъ даетъ положеніе Сатурна, видимаго изъ центра солнца, и тогда можно опредѣлить прямолинейное разстояніе Сатурна отъ земли точно также какъ и юпитерово, помощію затмѣній его спутниковъ. Въ треугольникѣ, образуемомъ тремя прямыми, соединяющими центры солнца, Сатурна и земли, мы имѣемъ углы при землѣ и солнцѣ; откуда легко вывести разстояніе солнца отъ Сатурна въ частяхъ радіуса солнечной орбиты. Такимъ образомъ найдено что, отъ земли, Сатурнъ около девяти съ половиною разъ далѣе солнца, въ то время, когда его видимый поперечникъ равенъ 50″.

Видимый діаметръ кольца, въ среднемъ разстояніи планеты, по точнымъ измѣреніямъ Араго̀, равняется 118″,58; а кажущаяся его ширина = 17″,858. Поверхность его не сплошная: концентрическая черная полоса раздѣляетъ его на двѣ части, которыя, повидимому, составляютъ два отдѣльныхъ кольца, изъ которыхъ внѣшнее у̀же внутренняго. Нѣсколько черныхъ полосъ, замѣченныхъ нѣкоторыми наблюдателями, указываютъ, на еще бо̀льшее число колецъ. (З)

Наблюденіе нѣсколькихъ блестящихъ точекъ кольца показало Гершелю, что оно вращается отъ запада къ востоку, въ періодъ 0^дн.^, 437, около оси, перпендикулярной къ его плоскости и проходящей чрезъ центръ Сатурна.

Вокругъ этой планеты обращаются, по весьма близкимъ къ кругу линіямъ, отъ запада къ востоку, семь спутниковъ. Первые шесть движутся почти въ плоскости кольца; орбита седьмаго болѣе приближается къ плоскости эклиптики. Когда этотъ спутникъ находится къ востоку отъ Сатурна, то онъ бываетъ очень трудно видимъ, по причинѣ ослабленія его свѣта, что̀ можетъ происходить только отъ пятенъ, покрывающихъ обращенное къ намъ его полушаріе. Но чтобы онъ постоянно, въ томъ же положеніи, представлялъ намъ это явленіе, должно допустить, что этотъ спутникъ, подобно лунѣ и спутникамъ Юпитера, обращается вокругъ самого себя во время, равное обращенію его около Сатурна. Такимъ образомъ, равенство временъ вращенія на оси и обращенія вокругъ планеты, кажется общимъ закономъ движеній спутниковъ. (И)

Поперечники Сатурна не равны между собою: перпендикулярный къ плоскости кольца, кажется, по-крайней-мѣрѣ, одною одиннадцатою менѣе лежащаго въ его плоскости. Изъ сравненія этого сжатія съ юпитеровымъ, можно вывести, съ большою вѣроятностію, что Сатурнъ

быстро вращается вокругъ наименьшаго изъ своихъ діаметровъ, и что кольцо движется въ плоскости его экватора. Гершель подтвердилъ этотъ выводъ прямыми наблюденіями, которыя показали ему, что вращеніе Сатурна, какъ и всѣ движенія въ планетной системѣ, совершается отъ запада къ востоку, и что время этого вращенія равно 0^дн.^, 428; что̀ мало разнится отъ времени вращенія Юпитера. Замѣчательно, что это время почти одинаково и не достигаетъ полусутокъ, для двухъ самыхъ большихъ планетъ; тогда какъ меньшія планеты вращаются на своей оси въ періодъ одних суток или въ весьма къ нему близкій.

Гершель наблюдалъ еще на поверхности Сатурна пять полосъ, почти параллельныхъ его экватору.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ.

ОБЪ УРАНѢ И ЕГО СПУТНИКАХЪ.

Планета Уранъ ускользала отъ древнихъ наблюдателей, по причинѣ своей малости. Флемстидъ, въ концѣ XVI, а Майеръ и Лемонье въ XVII вѣкѣ, уже наблюдали ее какъ маленькую звѣзду; но только, въ 1781 году, Гершель открылъ ея движеніе, и, вскорѣ потомъ, тщательныя наблюденія показали, что то была настоящая планета.

Подобно Марсу, Юпитеру и Сатурну, Уранъ движется вокругъ солнца отъ запада къ востоку. Время его звѣзднаго обращенія около 30689 дней. Движеніе его, совершающееся почти въ плоскости эклиптики, начинаетъ становиться обратнымъ, когда, предъ противостояніемъ, планета удалена отъ солнца на 115°; обратное это движеніе

прекращается, когда, послѣ противостоянія, Уранъ приблизится къ солнцу на то же самое разстояніе. Время его обратнаго движенія очень близко къ 151 дню и дуга его равна четыремъ градусамъ.

Если судить о разстояніи Урана по медленности его движенія, то онъ долженъ находиться на предѣлахъ планетной системы. Его кажущійся поперечникъ весьма малъ и едва достигаетъ 12 секундъ. По увѣренію Гершеля, шесть спутниковъ движутся вокругъ этой планеты, по орбитамъ почти кругообразнымъ и почти перпендикулярнымъ къ плоскости эклиптики. (I) Для наблюденія этихъ спутниковъ нужны очень сильные телескопы: только два изъ этихъ спутниковъ (второй и четвертый) были усмотрѣны, кромѣ Гершеля, другими наблюдателями. Наблюденія великаго англійскаго астронома надъ четырьмя остальными спутниками слишкомъ малочисленны для опредѣленія элементовъ ихъ орбитъ и даже для несомнѣннаго убѣжденія въ ихъ существованіи. (К)

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

О ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХЪ ПЛАНЕТАХЪ — ЦЕРЕРѢ, ПАЛЛАДѢ, ЮНОНѢ И ВЕСТѢ.

Эти четыре планеты такъ малы, что усматриваются только помощію хорошихъ трубъ. Первый день текущаго вѣка ознаменованъ открытіемъ, астрономомъ Піацци, въ Палермо, планеты Цереры. Паллада найдена въ 1802 г. Олберсомъ. Юнона открыта въ 1803 г. Гардингомъ. Наконецъ, Олберсъ, въ 1807 г., замѣтилъ Весту.

Движеніе этихъ свѣтилъ, подобно другимъ планетамъ, совершаются отъ запада къ востоку и точно также бы-

ваетъ попеременно прямое и обратное. Недавность открытія этихъ планетъ не позволила еще съ точностію опредѣлить времени ихъ обращенія и законовъ ихъ движеній. Извѣстно только, что времена ихъ звѣздныхъ обращеній мало разнятся другъ отъ друга и что, для трехъ первыхъ, они около $4\frac{2}{3}$ лѣтъ. Періодъ обращенія Весты кажется годомъ короче. Паллада можетъ удаляться отъ плоскости эклиптики гораздо болѣе старыхъ планетъ и, чтобы включить ея отклоненія въ предѣлы зодіака, необходимо значительно ихъ расширить. (Л)

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ.

О ДВИЖЕНІИ ПЛАНЕТЪ ВОКРУГЪ СОЛНЦА.

Если бы человѣкъ ограничивался собираніемъ фактовъ, наука была бы безплодною номенклатурою и никогда бы не указала великихъ законовъ природы. Только сравнивая факты между собою, отыскивая ихъ отношенія, и восходя, такимъ образомъ, къ явленіямъ болѣе и болѣе обширнымъ, умъ нашъ достигъ наконецъ до открытія этихъ законовъ, вѣчно неизмѣнныхъ въ ихъ разнообразныхъ проявленіяхъ. Тогда природа, разоблачившись, показала человѣку небольшое число причинъ, рождающихъ множество замѣченныхъ имъ явленій: онъ получилъ возможность опредѣлить тѣ изъ нихъ, которыя должны были воспослѣдовать, а когда онъ убѣдился, что не существуетъ ничего нарушающаго связь причинъ съ ихъ дѣйствіями, то бросилъ взглядъ въ будущее и тамъ представились его взору явленія, которыя должны развиться современемъ. Единственно только въ теоріи системы міра, умъ

человѣческій, длиннымъ рядомъ счастливыхъ усилій, вознесся до такой высоты. Первая ипотеза, придуманная имъ для объясненія видимости планетныхъ движеній, могла быть только несовершенною попыткою этой теоріи; но изображая остроумнымъ образомъ эти видимости, она дала возможность подвергнуть ихъ вычисленію, и мы увидимъ, что подвергаясь видоизмѣненіямъ послѣдовательно указаннымъ опытомъ, она превратилась въ истинную систему міра.

Самое замѣчательное въ видимости планетныхъ движеній представляется переходомъ ихъ изъ прямаго въ обратное, что̀, очевидно, можетъ быть результатомъ двухъ движеній, попеременно дѣйствующихъ то въ одинаковую, то въ разныя стороны. Самая естественная ипотеза для ихъ объясненія была придумана древними астрономами и состоитъ въ предположеніи, что три верхнія планеты движутся въ прямомъ направленіи, по эпицикламъ, которыхъ центры описываютъ, въ томъ же направленіи, круги около земли. Очевидно, что тогда, если предположить планету въ точкѣ ея эпицикла, самой нижней или ближайшей къ землѣ, то она, въ этомъ положеніи, будетъ имѣть движеніе противное движенію эпицикла, которое стремится постоянно параллельно самому себѣ. Предположивъ, что первое движеніе превосходитъ послѣднее, то видимое движеніе планеты будетъ обратное и въ своемъ *максимумѣ*. Напротивъ, когда планета находится въ высшей точкѣ своего эпицикла, оба движенія направляются въ одну сторону и, потому, видимое движеніе будетъ прямое и наибольшее изъ возможныхъ. Переходя отъ перваго положенія ко второму, планета сохраняетъ видимое обратное движеніе, которое, безпрерывно уменьшаясь, наконецъ уничтожается и переходитъ въ движеніе прямое. Но наблюденіе показываетъ, что *максимумъ* обратнаго движенія постоянно случается въ моментъ противостоянія планеты

съ солнцемъ; слѣдовательно, каждый эпициклъ долженъ быть описанъ въ промежутокъ времени равный обращенію свѣтила, и планета должна быть на самой нижней точкѣ въ противостояніи съ солнцемъ. Теперь ясна причина, по которой видимый поперечникъ планеты бываетъ наибольшимъ въ моментъ ея противостоянія. Что̀же касается до двухъ нижнихъ планетъ, которыя никогда не удаляются отъ солнца далѣе извѣстныхъ предѣловъ, то, равнымъ образомъ, можно объяснить ихъ попеременно прямыя и обратныя движенія, предположивъ, что онѣ движутся прямо, по эпицикламъ, центры которыхъ описываютъ, ежегодно и по тому же направленію, круги около земли; предположивъ, въ добавокъ, что въ моментъ достиженія планетою самой нижней точки ея эпицикла, она будетъ въ соединеніи съ солнцемъ. Такова древнѣйшая астрономическая ипотеза, принятая и усовершенствованная Птолемеемъ, котораго именемъ она и называется.

Ничто не указываетъ въ этой ипотезѣ на безусловныя величины круговъ и эпицикловъ: видимости даютъ только отношенія ихъ радіусовъ. Впрочемъ, Птолемей вовсе не занимался изслѣдованіемъ взаимныхъ разстояній планетъ отъ земли: онъ только предполагалъ болѣе отдаленными тѣ изъ верхнихъ планетъ, которыхъ обращеніе было продолжительнѣе; потомъ, онъ помѣщалъ подъ солнцемъ эпициклъ Венеры и, еще ниже, эпициклъ Меркурія. Въ такой неопредѣленной ипотезѣ не видно, почему дуги обратности верхнихъ планетъ бываютъ тѣмъ менѣе, чѣмъ онѣ дальше, и почему подвижные радіусы верхнихъ эпицикловъ постоянно параллельны радіусу-вектору солнца и подвижнымъ радіусамъ двухъ нижнихъ круговъ? Этотъ параллелизмъ, введенный уже Кеплеромъ въ Птолемееву ипотезу, ясна указывается всѣми наблюденіями движенія планетъ параллельно и перпендикулярно эклиптикѣ. Но

причина этихъ явленій дѣлается очевидною, если представить эти эпициклы и круги равными орбитѣ солнца. Легко убѣдиться, что такимъ образомъ видоизмѣненная предшествующая ипотеза приводитъ къ движенію всѣхъ планетъ вокругъ солнца, которое, въ своемъ дѣйствительномъ или кажущемся обращеніи вокругъ земли, уноситъ за собою центры изъ орбитъ. Такое простое расположеніе планетной системы не оставляетъ болѣе ничего неопредѣленнаго и съ очевидностью показываетъ отношеніе прямыхъ и обратныхъ движеній планетъ къ движенію солнца. Она исключаетъ изъ Птолемеевой ипотезы круги и эпициклы, ежегодно описываемые планетами, и введенные для объясненія ихъ движеній перпендикулярныхъ къ эклиптикѣ. Отношенія, опредѣленныя этимъ астрономомъ между радіусами двухъ нижнихъ эпицикловъ и радіусами круговъ описываемыхъ ихъ центрами, выражаютъ тогда среднія разстоянія планетъ отъ солнца, въ частяхъ средняго разстоянія солнца отъ земли; и эти же самыя отношенія, взятыя обратно для верхнихъ планетъ, выражаютъ ихъ среднія разстоянія отъ солнца и земли. Уже одна простота этой ипотезы достаточна для того, чтобы принять ее; но наблюденія, которыми мы обязаны телескопу, не оставляютъ никакого сомнѣнія въ ея истинѣ.

Мы уже видѣли, что затмѣнія спутниковъ Юпитера опредѣляютъ разстояніе этой планеты отъ солнца и представляютъ выводъ, что первая описываетъ вокругъ последняго орбиту близкую къ кругу. Мы также видѣли, что появленія и исчезанія сатурнова кольца указываютъ, что эта планета находится отъ земли около девяти съ половиною разъ далѣе чѣмъ солнце: по опредѣленіямъ Птолемея, это отношеніе весьма близко выражаетъ отношеніе радіуса орбиты Сатурна къ радіусу его эпицикла; откуда слѣдуетъ, что этотъ эпициклъ равенъ солнечной орбитѣ, и, такимъ образомъ, Сатурнъ описываетъ почти кругъ около солнца.

Фазисы, замѣченные въ двухъ нижнихъ планетахъ очевидно доказываютъ обращеніе ихъ вокругъ солнца. Въ самомъ дѣлѣ, прослѣдимъ за движеніемъ Венеры и за измѣненіями ея видимаго поперечника и фазисовъ. Когда утромъ планета начинаетъ освобождаться изъ солнечныхъ лучей, то она представляется, до восхода дневнаго свѣтила, въ видѣ серпа и видимый ея діаметръ бываетъ наибольшій: она тогда бываетъ къ намъ ближе чѣмъ солнце и находится почти въ соединеніи съ послѣднимъ. Серпъ этотъ увеличивается и видимый поперечникъ планеты уменьшается, по мѣрѣ удаленія ея отъ солнца. Когда она достигаетъ разстоянія около пятидесяти градусовъ, планета начинаетъ приближаться къ этому свѣтилу, открывая намъ все болѣе и болѣе свое освѣщенное полушаріе: видимый ея поперечникъ продолжаетъ уменьшаться до тѣхъ поръ, пока она утромъ погрузится въ солнечные лучи. Въ это время Венера является намъ полною и видимый ея поперечникъ бываетъ наименьшій: слѣдовательно, въ этомъ положеніи, она далѣе отъ насъ чѣмъ солнце. Исчезнувъ на нѣсколько времени, планета вновь является вечеромъ и повторяетъ, въ обратномъ порядкѣ, явленія, которыя она представляла до своего исчезновенія. Ея освѣщенная половина все болѣе и болѣе отворачивается отъ земли; ея фазисы уменьшаются и, въ то же время, ея видимый поперечникъ увеличивается, по мѣрѣ удаленія ея отъ солнца. Достигнувъ пятидесятиградуснаго разстоянія отъ этого свѣтила, планета возвращается къ нему: ея фазисы продолжаютъ уменьшаться, а поперечникъ увеличиваться, пока она вновь погрузится въ солнечные лучи.

Иногда, въ промежутокъ отдѣляющій ея вечернее исче-

зновеніе отъ утренняго появленія, Венера движется по солнцу въ видѣ чернаго пятна. Изъ этихъ явленій ясно, что солнце находится почти въ центрѣ орбиты Венеры, которую оно уноситъ за собою въ движеніи вокругъ земли.

Меркурій представляетъ намъ явленія подобныя Венерѣ: слѣдовательно, солнце находится въ центрѣ и его орбиты.

Видимыя движенія и фазисы планетъ приводятъ насъ къ слѣдующему общему выводу:

«Всѣ планеты движутся вокругъ солнца, которое въ «своемъ дѣйствительномъ или кажущемся движеніи во-«кругъ земли, уноситъ повидимому фокусы ихъ орбитъ».

Замѣчательно, что этотъ результатъ истекаетъ изъ ипотезы Птолемея, предполагая въ ней равными солнечной орбитѣ круги и эпициклы ежегодно описываемые по этой ипотезѣ, которая перестаетъ тогда быть чисто-идеальною и годною единственно для представленія воображенію небесныхъ движеній. Вмѣсто обращенія планетъ вокругъ воображаемыхъ центровъ, она помѣщаетъ въ фокусахъ ихъ орбитъ большія тѣла, которыя, своимъ дѣйствіемъ, могутъ удержать ихъ въ тѣхъ орбитахъ; и, такимъ образомъ, указываетъ намъ на причины круговыхъ движеній.

ГЛАВА ДВѢНАДЦАТАЯ.

О КОМЕТАХЪ.

Часто появляются свѣтила, сперва трудно-видимыя, но, постепенно, сперва увеличивающіяся въ своихъ размѣрахъ и въ быстротѣ движенія, а потомъ уменьшающіяся и совершенно исчезающія. Эти свѣтила, названныя

кометами, почти всегда сопровождаются туманностью, которая, увеличиваясь, оканчивается иногда большимъ хвостомъ и должна состоять изъ вещества до чрезвычайности разрѣженнаго, потому что звѣзды остаются видимыми сквозь его колоссальную глубину. Явленіе кометъ, сопровождаемыхъ длинными свѣтлыми хвостами, долгое время устрашало людей, всегда поражаемыхъ необыкновенными явленіями, которыхъ причины имъ неизвѣстны. Свѣтъ наукъ разсѣялъ пустые страхи, возбуждаемые во времена невѣжества кометами, затмѣніями и многими другими поразительными явленіями.

Кометы, подобно всѣмъ прочимъ свѣтиламъ, участвуютъ въ суточномъ движеніи земли. Это обстоятельство, въ соединеніи съ ничтожностью ихъ параллакса, показываетъ что кометы не метеоры рождаемые въ нашей атмосферѣ. Ихъ собственныя движенія весьма сложны: они совершаются по всѣмъ направленіямъ, въ противуположность планетамъ движущимся только отъ запада къ востоку и по плоскостямъ мало наклоненнымъ къ эклиптикѣ.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ.

О ЗВѢЗДАХЪ И ИХЪ ДВИЖЕНІЯХЪ.

Параллаксъ звѣздъ нечувствителенъ; а ихъ диски представляются блестящими точками, даже въ сильнѣйшихъ телескопахъ: этимъ звѣзды отличаются отъ планетъ, которыхъ видимые размѣры увеличиваются телескопами (М). Малость кажущагося поперечника звѣздъ доказывается особенно ничтожностію времени, употребляемаго ими для исчезновенія при покрытіяхъ луною, которое, не дости-

гая секунды, указываетъ, что этотъ поперечникъ менѣе пяти секундъ (H). Яркость свѣта блестящихъ звѣздъ, въ сравненіи съ ихъ видимою малостію, заставляетъ думать, что онѣ гораздо далѣе отъ насъ чѣмъ планеты и что они не заимствуютъ, подобно имъ, свѣта отъ солнца, но свѣтятся самостоятельно. А такъ какъ мельчайшія звѣзды подвержены тѣмъ же движеніямъ какъ и ярчайшія и постоянно сохраняютъ свои взаимныя положенія, то весьма вѣроятно, что всѣ они принадлежатъ къ одному роду тѣлъ, различной величины, свѣтящихъ собственнымъ свѣтомъ и болѣе или менѣе удаленныхъ отъ солнечной системы.

Въ напряженіи свѣта нѣкоторыхъ звѣздъ замѣчаются періодическія измѣненія, вслѣдствіе которыхъ такія звѣзды названы *перемѣнными*. Иногда звѣзды появлялись почти внезапно и потомъ исчезали проблиставъ яркимъ свѣтомъ. Такова была знаменитая звѣзда, являвшаяся въ 1572 г. въ созвѣздіи Кассіопеи. Въ короткій промежутокъ времени она превзошла блескомъ ярчайшія звѣзды и даже Юпитера: свѣтъ ея затѣмъ ослабѣлъ и она исчезла шестнадцать мѣсяцевъ послѣ своего появленія, не перемѣнивъ своего мѣста въ небѣ. Цвѣтъ ея также значительно измѣнялся: сперва онъ былъ блестяще-бѣлый, потомъ красно-желтый и, наконецъ, синевато или сѣровато-бѣлый (O).

Гдѣ причина этихъ явленій? Весьма большія пятна, періодически представляемыя намъ звѣздами, при ихъ обращеніяхъ на своей оси, какъ тоже самое видимъ въ послѣднемъ спутникѣ Сатурна, или заслоненіе обращающимися вокругъ звѣздъ большими темными тѣлами, могутъ объяснить періодическія измѣненія перемѣнныхъ звѣздъ. Что же касается до звѣздъ являвшихся почти внезапно съ весьма яркимъ блескомъ и исчезавшихъ впослѣдствіи, то, съ вѣроятностію, можно подозрѣвать, что это великіе пожары, произведенные чрезвычайными причинами на поверхности звѣздъ. Подозрѣніе это подтверждается перемѣнами цвѣта, подобными тѣмъ, которыя мы видимъ на землѣ, при горѣніи тѣлъ.

Полоса блѣднаго свѣта и неправильной формы, названная *млечнымъ путемъ*, окружаетъ небо въ видѣ пояса. Помощію телескопа въ ней открываютъ безчисленное множество маленькихъ звѣздъ, которыя кажутся намъ столь близкими между собою, что совокупность ихъ блещетъ нераздѣльнымъ свѣтомъ. Кромѣ того, въ различныхъ частяхъ неба видны небольшія бѣловатыя пятна, называемыя *туманными* или *туманностями* и изъ которыхъ многія, по видимому, того же свойства какъ и млечный путь. Въ телескопѣ они также являются собраніемъ большаго количества звѣздъ; но нѣкоторыя изъ нихъ представляютъ только бѣлый, нераздѣльный свѣтъ. Послѣднія вѣроятно составлены изъ весьма разрѣженной свѣтящейся матеріи, разсѣянной разнообразными кучами въ небесномъ пространствѣ: послѣдовательное сгущеніе этой матеріи образовало всѣ разнообразныя звѣзды. Замѣчательныя измѣненія, наблюденныя въ нѣкоторыхъ туманностяхъ и въ особенности въ красивомъ туманѣ Оріона счастливо объясняются этою ипотезою и придаютъ ей большую вѣроятность (П).

Взаимная неподвижность звѣздъ побудила астрономовъ относить къ нимъ, какъ къ неподвижнымъ точкамъ, собственныя движенія другихъ небесныхъ тѣлъ. Но для этого необходима классификація звѣздъ, съ цѣлію различенія ихъ одной отъ другой. Для этого все небо раздѣлили на различныя звѣздныя группы и назвали ихъ *созвѣздіями* (P).

Но, кромѣ этого, необходимо было въ точности обозначить положенія звѣздъ на небесномъ сводѣ. Этого достигли слѣдующимъ образомъ:

Вообразили большой кругъ, проходящій чрезъ оба полюса міра и чрезъ центръ данной звѣзды и назвали его *кругомъ склоненій:* кругъ этотъ отвѣсно пересѣкаетъ экваторъ. Дуга этого круга, находящаяся между экваторомъ и центромъ звѣзды, измѣряетъ ея склоненіе — сѣверное или южное, смотря по названію ближайшаго полюса.

Такъ какъ всѣ звѣзды, лежащія подъ одною параллелью, имѣютъ одинаковое склоненіе, то, для опредѣленія ихъ положенія, нуженъ еще другой элементъ. Для послѣдняго избрали дугу экватора, заключающуюся между кругомъ склоненій и весеннимъ равноденствіемъ. Дуга эта, считающаяся отъ упомянутаго равноденствія по направленію собственнаго движенія солнца, то есть, отъ запада къ востоку, называется *прямымъ восхожденіемъ.* Такимъ образомъ, положеніе звѣздъ опредѣляется ихъ прямымъ восхожденіемъ и склоненіемъ.

Сравнивая полуденную высоту звѣзды съ высотою полюса, получаемъ разстояніе звѣзды отъ экватора или ея склоненіе. Опредѣленіе прямаго восхожденія представляло болѣе затрудненій древнимъ астрономамъ, по причинѣ неимѣнія средствъ прямаго сравненія звѣздъ съ солнцемъ. Луна могла быть днемъ сравниваема съ солнцемъ, а ночью съ звѣздами; и потому къ ея посредничеству прибѣгнули тѣ астрономы, для измѣренія разности прямаго восхожденія солнца и звѣздъ, принимая въ соображеніе собственныя движенія луны и звѣздъ въ промежутокъ наблюденій. Теорія солнца указывала потомъ его прямое восхожденіе, и по этимъ даннымъ заключили о прямомъ восхожденіи нѣсколькихъ главныхъ звѣздъ, къ которымъ отнесли всѣ прочія.

Этимъ способомъ Иппархъ составилъ первый изъ дошедшихъ до насъ звѣздныхъ каталоговъ. Гораздо позже, упомянутая метода пріобрѣла большую точность чрезъ

замѣну луны Венерою, которую иногда можно видѣть среди бѣлаго дня и которой движеніе, въ короткій промежутокъ времени, медленнѣе и равномѣрнѣе луннаго движенія. Нынѣ, когда приспособленіе маятника къ часамъ доставило весьма вѣрный измѣритель времени, мы можемъ прямо и съ точностію недоступною для древнихъ астрономовъ, опредѣлять разности прямыхъ восхожденій звѣздъ и солнца, помощію времени, протекшаго между ихъ прохожденіями чрезъ меридіанъ.

Подобнымъ же образомъ, можно отнести положеніе звѣздъ къ эклиптикѣ, что особенно полезно въ теоріи луны и планетъ. Проводятъ чрезъ центръ звѣзды воображаемый большой кругъ, перпендикулярный къ плоскости эклиптики и названный *кругомъ широтъ.* Дуга этого круга, заключающаяся между эклиптикою и звѣздою, измѣряетъ ея широту — сѣверную или южную, смотря по наименованію полюса, находящагося по ту же сторону эклиптики. Дуга эклиптики, заключающаяся между кругомъ широтъ весеннимъ равноденствіемъ и считаемая отъ сего послѣдняго съ запада къ востоку, будетъ *долготою* звѣзды, которой положеніе, такимъ образомъ, опредѣлится по ея долготѣ и широтѣ.

Такъ какъ наклоненіе экватора къ эклиптикѣ извѣстно, то легко понять, что долгота и широта звѣзды могутъ быть выведены изъ наблюденій ея прямаго восхожденія и склоненія.

Небольшаго числа лѣтъ было достаточно для открытія измѣненій звѣздъ по прямому восхожденію и склоненію. Вскорѣ замѣтили, что измѣняя положеніе относительно экватора, звѣзды сохраняли постоянную широту и изъ того заключили, что ихъ измѣненія по прямому восхожденію и склоненію зависятъ отъ совокупнаго движенія звѣздъ вокругъ полюсовъ эклиптики. Можно еще пред-

ставить эти измѣненія, предположивъ звѣзды неподвижными и заставляя двигаться полюсы экватора вокругъ полюсовъ эклиптики. При этомъ движеніи наклоненіе экватора къ эклиптикѣ останется то же самое, а узлы или равноденствія подвигаются однообразно на 154″, 63 въ годъ.

Мы выше видѣли, что это обратное движеніе равноденствій дѣлаетъ тропическій годъ нѣсколько короче звѣзднаго. Такимъ образомъ, различіе между звѣзднымъ и тропическимъ годами и измѣненія звѣздъ по прямому восхожденію и склоненію, зависитъ отъ движенія, по которому полюсъ экватора описываетъ ежегодно дугу въ 154″ 63 малаго круга небесной сферы, параллельнаго эклиптикѣ. Въ этомъ заключается явленіе извѣстное подъ названіемъ *процессіи* или *предваренія равноденствія.*

Благодаря точности новѣйшихъ астрономическихъ наблюденій, происшедшей отъ приложенія зрительныхъ трубъ къ инструментамъ и маятника къ часамъ, успѣли открыть небольшія періодическія неравенства въ наклоненіи экватора къ эклиптикѣ и въ предвареніи равноденствій. Брэдлей, открывшій ихъ и слѣдившій за ними съ чрезвычайнымъ вниманіемъ въ теченіе многихъ лѣтъ открылъ ихъ законъ, который можетъ быть выраженъ слѣдующимъ образомъ:

«Вообразимъ, что полюсъ экватора движется по окруж«ности малаго эллипса, касательнаго къ небесоній сферѣ и «центръ коего (который можно принять за средній полюсъ «экватора) описываетъ однообразно, въ каждый годъ, «154″,63 параллели къ эклиптикѣ, на которой онъ находится. «Большая ось этого эллипса, всегда въ плоскости круга «широты, соотвѣтствуетъ дугѣ большаго круга = 59″,56; «а малая ось соотвѣтствуетъ дугѣ параллели = 111″,30. «Положеніе истиннаго полюса экватора на этомъ эллипсѣ «опредѣляется слѣдующимъ образомъ. Воображаютъ на «плоскости эллипса малый кругъ, имѣющій тотъ же самый «центръ и котораго поперечникъ равенъ большой оси. «Воображаютъ еще радіусъ этого круга, движущійся «однообразно и обратно, такъ что онъ совпадаетъ съ «половиною большой оси, ближайшею къ эклиптикѣ, вся«кій разъ, что средній восходящій узелъ лунной орби«ты совпадетъ съ весеннимъ равноденствіемъ; наконецъ, «изъ оконечности этого подвижнаго радіуса опустимъ пер«пендикуляръ на большую ось эллипса. Точка, въ которой «этотъ перпендикуляръ пересѣчетъ эллиптическую окруж«ность, укажетъ мѣсто истиннаго полюса экватора.

«Это движеніе полюса называется *нутаціею.*

Вслѣдствіе движеній, которыя мы сейчасъ описали, звѣзды сохраняютъ между собою неизмѣнныя положенія; но великій наблюдатель, открывшій *нутацію*, убѣдился, что всѣ онѣ имѣютъ общее періодическое движеніе, измѣняющее нѣсколько ихъ взаимныя положенія. Чтобы представить себѣ это движеніе, должно вообразить, что каждая звѣзда описываетъ ежегодно небольшую окружность, параллельную эклиптикѣ, которой центръ есть среднее положеніе звѣзды и которой поперечникъ, видимый съ земли, имѣетъ уголъ 125″; и что она движется по этой окружности, какъ солнце по своей орбитѣ, впрочемъ такъ, чтобы солнце было постоянно впереди ея на 100 градусовъ. Эта окружность, отбрасываясь на поверхности неба, представляется въ формѣ эллипса, болѣе или менѣе приплюснутаго, смотря по высотѣ звѣзды надъ эклиптикою; малая ось эллипса будетъ относиться къ большой, какъ синусъ этой высоты къ радіусу. Отсюда раждаются всѣ видоизмѣненія этого періодическаго движенія звѣздъ, названнаго *аберраціею.*

Независимо отъ этихъ общихъ движеній, нѣкоторыя

звѣзды имѣютъ особенныя движенія, весьма медленныя, но дѣлающіяся чувствительными въ продолженіе долгаго времени. Они являются особенно замѣчательными въ Сиріусѣ и Арктурѣ, двухъ изъ самыхъ блестящихъ звѣздъ. Но все ведетъ къ заключенію, что послѣдующіе вѣки разовьютъ подобныя движенія и въ другихъ звѣздахъ.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ.

О фигурѣ земли, объ измѣненіи тяжести на ея поверхности и о десятичной системѣ вѣсовъ и мѣръ.

Низойдемъ съ неба на землю и разсмотримъ то, что показали намъ наблюденія относительно ея размѣровъ и фигуры.

Мы уже видѣли, что форма земли очень близко подходитъ къ шарообразной. Тяжесть, вездѣ направленная къ ея центру, удерживаетъ тѣла на ея поверхности, хотя въ мѣстахъ діаметрально противуположныхъ, или у антиподовъ, она имѣетъ противуположныя направленія. Звѣздное небо повсюду находится надъ землею; а верхъ и низъ представляютъ понятія, относящіяся только къ направленію тяжести.

Какъ скоро человѣкъ узналъ шарообразность обитаемой имъ планеты, естественнымъ образомъ родилось у него любопытство узнать ея размѣры. Весьма вѣроятно первыя попытки такого изслѣдованія совершены были въ эпоху несравненно древнѣйшую той, о которой исторія сохранила намъ воспоминаніе; но всякія свѣдѣнія о тѣхъ первоначальныхъ попыткахъ исчезли въ физическихъ и моральныхъ переворотахъ, совершившихся на землѣ. Отношенія нѣкоторыхъ древнѣйшихъ измѣреній, какъ между собою, такъ и къ величинѣ земной окружности, заставляютъ предполагать, что, въ чрезвычайно древнія времена, не только эта величина была съ точностію извѣстна, но что она послужила основаніемъ полной системѣ мѣръ, слѣды которой найдены въ Египтѣ и въ Азіи. Какъ бы то ни было, первое точное измѣреніе земли, съ достовѣрностію извѣстное, совершено Пикаромъ во Франціи въ концѣ XVI вѣка, измѣреніе подвергавшееся въ послѣдствіи многимъ повѣркамъ.

Не трудно понять сущность такого рода измѣреній. Приближаясь къ сѣверу, мы замѣчаемъ, что полюсъ постепенно все болѣе и болѣе возвышается надъ нашею головою: полуденная высота звѣздъ, лежащихъ на сѣверѣ, увеличивается, а звѣздъ, лежащихъ на югѣ, уменьшается, такъ что нѣкоторыя изъ послѣднихъ дѣлаются даже совершенно невидимыми. Безъ сомнѣнія, наблюденіямъ такого рода явленій мы обязаны первыми свѣдѣніями о кривизнѣ земли: эти явленія необходимо должны были обратить на себя вниманіе людей образовавшихъ первыя гражданскія общества, потому что въ тѣ времена различіе временъ года и ихъ возвращеніе опредѣлялись сравненіемъ восхода и заката главнѣйшихъ звѣздъ съ солнечнымъ. Возвышеніе или пониженіе звѣздъ показываетъ уголъ, образуемый пересѣченіемъ отвѣсныхъ линій, возстановленныхъ на оконечностяхъ дуги, пройденной землею; ибо этотъ уголъ очевидно равенъ разностямъ полуденныхъ высотъ звѣзды безъ угла, подъ которымъ было бы видно изъ центра звѣзды пройденное пространство; а послѣдній уголъ, какъ убѣдились, совершенно незамѣтенъ. Послѣ того, стоитъ только измѣрить это пространство. Было бы очень мѣшкотно и трудно прилагать наши мѣры къ такому большому протяженію: гораздо проще, ря-

домъ треугольниковъ, связать его оконечности съ оконечностями базисовъ въ двѣнадцать или пятнадцать тысячъ метровъ (*), и, принимая въ соображеніе точность съ которою могутъ быть опредѣлены углы этихъ треугольниковъ, мы получимъ весьма точную его длину. Такимъ образомъ была измѣрена дуга земнаго меридіана пересѣкающаго Францію. Часть этой дуги, величиною въ сотую часть прямаго угла, и средина которой соотвѣтствуетъ высотѣ полюса въ 50°, очень близка къ ста тысячамъ метровъ (**).

Изъ всѣхъ сходящихся фигуръ, шарообразная представляется самою простою, потому что она зависитъ отъ одного только элемента, т. е. длины радіуса. Естественная склонность человѣческаго ума предполагать въ предметахъ самыя легко постигаемыя формы, повела къ предположенію о шарообразной фигурѣ земли. Но простота природы не всегда должна измѣряться простотою нашихъ понятій. Природа, при безконечномъ разнообразіи своихъ дѣйствій, проста только въ своихъ причинахъ, и мы видимъ въ ней небольшое число общихъ законовъ рождающее огромное количество явленій, часто весьма сложныхъ: фигура земли представляетъ результатъ этихъ законовъ, которые видоизмѣняясь множествомъ обстоятельствъ, могутъ чувствительно уклонить ее отъ шарообразности. На такія уклоненія указываютъ небольшія измѣненія, замѣченныя въ измѣреніи градусовъ во Франціи; но неизбѣжныя погрѣшности наблюденій оставляютъ сомнѣнія относительно этого любопытнаго явленія. Академія наукъ (***), въ средѣ которой горячо разсматривался этотъ великій вопросъ, основательно разсудила, что различіе земныхъ градусовъ, если оно существуетъ въ дѣйствительности, обнаруживается преимущественно въ сравненіи градусовъ измѣренныхъ у экватора и близъ полюсовъ. Она послала академиковъ на самый экваторъ, гдѣ они нашли, что тамъ градусъ меридіана короче, чѣмъ во Франціи. Другіе академики отправились на сѣверъ, гдѣ нашли градусъ длиннѣе. Такимъ образомъ, увеличеніе градусовъ меридіановъ, отъ экватора къ полюсамъ, было несомнѣнно доказано этими измѣреніями, изъ коихъ заключили, что земля не совершенно шарообразна.

(*) Около 12 — 15 верстъ.
(**) Безъ малаго сто верстъ.
(***) Парижская.

Упомянутыя знаменитыя путешествія французскихъ академиковъ обратили на этотъ предметъ вниманіе наблюдателей. Новые градусы меридіановъ были измѣрены въ Италіи, Германіи, Африкѣ, Индіи и Пенсильваніи (*). Всѣ эти измѣренія совокупно указываютъ на увеличеніе градусовъ отъ экватора къ полюсамъ (С).

Слѣдующая таблица указываетъ величины крайнихъ измѣренныхъ градусовъ и средняго градуса между полюсомъ и экваторомъ. Первый измѣренъ въ Перу Бугеромъ и Ла-Кондаминомъ. Второй есть результатъ обширной операціи, совершенной для опредѣленія величины дуги, проходящей чрезъ Францію отъ Дюнкерка до Перпиньяна и продолженной къ югу до Форментеры. Ее соединили къ сѣверу съ Гриничскимъ меридіаномъ, связавъ треугольники берега Франціи и Англіи. Эта обширная дуга, заключающая въ себѣ седьмую часть разстоянія отъ полюса до экватора, опредѣлена съ крайнею точностію. Астрономическія и геодезическія наблюденія совершены помощію повторительныхъ круговъ. Два базиса, каждый дли-

(*) Замѣчательнѣйшее и обширнѣйшее измѣреніе такого рода совершено у насъ въ Россіи. Объ этомъ подвигѣ русской науки мы сообщимъ подробнѣйшія свѣдѣнія въ особомъ *прибавленіи*, помѣщенномъ въ концѣ этой книги. *Прим. перев.*

ною болѣе двѣнадцати тысячъ метровъ, были измѣрены— первый близъ Меленя (Melun), а второй близъ Перпиньяна— новымъ способомъ, не допускающимъ никакого сомнѣнія или неточности. Вѣрность всѣхъ этихъ операцій подтверждается тѣмъ, что базисъ при Перпиньянѣ, выведенный изъ Меленскаго, помощію цѣпи треугольниковъ ихъ соединяющей, разнится отъ дѣйствительно измѣреннаго менѣе чѣмъ на $\frac{1}{3}$ метра, хотя разстояніе раздѣляющее эти два базиса превосходитъ девять сотъ тысячъ метровъ (*).

Чтобы вполнѣ удовлетворить всѣмъ требованіямъ, возможнымъ отъ подобной важной операціи, на различныхъ мѣстахъ упомянутой дуги были наблюдаемы — высота полюса и число суточныхъ качаній одного и того же маятника; изъ этого сдѣланъ выводъ объ измѣненіяхъ градусовъ и тяжести. Такимъ образомъ, эта операція самая точная и обширная изъ всѣхъ предпринятыхъ доселѣ въ этомъ родѣ, послужитъ памятникомъ состоянія наукъ и искусствъ въ ту свѣтлую эпоху (**).

Наконецъ третья дуга измѣрена Сванбергомъ въ Лапландіи (***) (T).

Высота полюса.	Длина градуса.
0°,00.........	99523 метра, 9
50°,08.........	100004 » 3
73°,71.........	100323 » 6

Увеличеніе градусовъ меридіана при возрастаніи высоты полюса чувствительно даже въ различныхъ частяхъ

(*) Около 900 верстъ.

(**) Мы увидимъ ниже, что французское измѣреніе дуги меридіана, которымъ такъ гордился Лапласъ, уступаетъ во многихъ отношеніяхъ русскому измѣренію гг. Струве и Тенлера. *Прим. перев.*

(***) О другихъ дугахъ, измѣренныхъ позже того времени какъ Лапласъ издалъ свое сочиненіе будетъ сказано въ особомъ прибавленіи переводчика. *Прим. перев.*

большой дуги, о которой мы упоминали. Разсмотримъ, въ самомъ дѣлѣ, ея крайнія точки и Парижскій Пантеонъ, составляющій одинъ изъ промежуточныхъ пунктовъ. Наблюденія показали:

	Высота полюса.	Разстояніе отъ Гринича, по направленію меридіана.
Гриничъ	57°,19753....	0 м., 0
Пантеонъ	54°,27431....	292719 » 3
Форментера	42°,96178....	1423636 » 1

Разстояніе отъ Гринича до Пантеона даетъ 100135,2 метровъ для градуса, средина котораго соотвѣтствуетъ высотѣ полюса = 55°,73590; а изъ разстоянія Пантеона отъ Форментеры находимъ 99970,3 метровъ для градуса, средина котораго 48°,61804 широты. Изъ этого выводится 23 метра. 167 увеличенія на каждый градусъ, въ промежуткѣ двухъ упомянутыхъ точекъ.

Такъ какъ, послѣ круга, эллипсъ есть простѣйшая изъ сходящихся кривыхъ, то стали разсматривать землю какъ твердое тѣло, происшедшее отъ вращенія эллипса вокругъ своей малой оси. Ея сжатіе по направленію полюсовъ есть необходимое слѣдствіе замѣченнаго возрастанія меридіанныхъ градусовъ отъ экватора къ полюсамъ. Такъ какъ тяжесть, дѣйствуетъ по направленію радіусовъ этихъ градусовъ, они, по закону равновѣсія жидкихъ тѣлъ, перпендикулярны къ поверхности морей, покрывающихъ большую часть земли. Они не сходятся, какъ въ шарѣ, въ центрѣ эллипсоида; они не имѣютъ ни одинаковаго направленія, ни одинаковой величины съ радіусами, проведенными отъ того центра къ поверхности и пересѣкающихъ ее косвенно вездѣ, за исключеніемъ полюсовъ и экватора. Встрѣча двухъ ближайшихъ вертикальныхъ, находящихся подъ однимъ меридіаномъ, составляетъ центръ малой земной дуги заключающейся между ними. Если бы эта дуга была прямая,

упомянутыя вертикальныя были бы параллельны и встрѣтились бы между собою на безконечномъ разстояніи; но по мѣрѣ того, какъ упомянутая дуга сгибается, вертикальныя встрѣчаются между собою на разстояніи тѣмъ кратчайшемъ, чѣмъ сгибъ дуги сильнѣе. Такимъ образомъ, оконечность малой дуги будучи точкою, въ которой эллипсъ наиболѣе приближается къ переходу своему въ прямую линію, радіусъ полярнаго градуса, а слѣдовательно, и самый этотъ градусъ будетъ наибольшій изъ всѣхъ.

Совершенно противное видимъ на оконечности большой дуги эллипса, на экваторѣ, гдѣ кривизна будетъ наибольшею, градусъ по направленію меридіана будетъ наименьшій.

Переходя отъ втораго къ первому изъ этихъ крайнихъ предѣловъ, градусы постепенно увеличиваются; и если эллипсъ мало сплюснутъ, ихъ увеличеніе весьма близко пропорціонально квадрату синуса высоты полюса надъ горизонтомъ.

Сплюснутостью, *сжатостію* или *эллиптичностью* эллиптическаго сфероида называютъ избытокъ его экваторіальной оси надъ полярною осью, взятою за единицу. Для опредѣленія этого элемента достаточно измѣренія двухъ градусовъ по направленію меридіана. Сравнивая между собою дуги, измѣренныя во Франціи, въ Перу и въ Индіи, — дуги по ихъ величинѣ, взаимному разстоянію и тщательности измѣренія знаменитыхъ наблюдателей, заслуживающія особаго предпочтенія — мы находимъ сжатость земнаго эллипсоида $= {}^1/_{300}$; большая полу ось равна 6376606 метр., а малая полу ось = 6356215 метровъ.

Если земля эллиптична, то почти таже сжатость должна выводиться изъ попарнаго сравненія различныхъ измѣреній земныхъ градусовъ; но такое сравненіе даетъ, въ этомъ

отношеніи, разности, которыя трудно приписать однимъ погрѣшностямъ наблюденій. Поэтому, кажется, что земля не въ точности эллипсоидальна.

Посмотримъ теперь каковы будутъ земные меридіаны въ ипотезѣ произвольной фигуры.

Плоскость небеснаго меридіана, опредѣляемая астрономическими наблюденіями, проходитъ чрезъ ось міра и зенитъ наблюдателя, потому что эта плоскость разрѣзаетъ на равныя части дуги параллелей къ экватору, описываемыя звѣздами на горизонтѣ. Всѣ земныя мѣста, имѣющія зенитъ на окружности этого меридіана, составляютъ соотвѣтствующій земной меридіанъ. По неизмѣримости разстоянія звѣздъ, перпендикуляры, возстановленные на каждомъ изъ этихъ мѣстъ, могутъ быть приняты параллельными къ плоскости небеснаго меридіана; слѣдовательно, земной меридіанъ есть кривая, образованная подножіями всѣхъ перпендикуляровъ, параллельныхъ къ плоскости небеснаго меридіана. Эта кривая вся заключается въ сказанной плоскости, если земля есть твердое тѣло вращенія: во всякомъ другомъ случаѣ, она должна отъ него удаляться и, вообще, представлять одну изъ тѣхъ линій, которыя зовутся геометрами — *кривыми съ двойною кривизною*.

Земной меридіанъ не представляетъ въ точности линію, опредѣляемую тригонометрическими измѣреніями въ направленіи небеснаго меридіана. Первый бокъ измѣренной линіи касателенъ къ поверхности земли и параллеленъ къ плоскости небеснаго меридіана. Если продолжить этотъ бокъ до встрѣчи его съ безконечно близкимъ перпендикуляромъ и потомъ согнуть это продолженіе до подножія перпендикуляра, то образуется второй бокъ кривой; и точно тѣмъ же порядкомъ слѣдующіе. Линія такимъ образомъ начертанная есть наикратчайшая, которую можно

провести на земной поверхности, между двумя произвольными точками, взятыми на этой линіи: она будетъ находиться въ плоскости небеснаго меридіана и сольется съ меридіаномъ земнымъ только въ томъ случаѣ, если земля есть твердое (тѣло) вращеніе; но разность между длиною этой линіи и длиною соотвѣтствующей дуги земнаго меридіана такъ мала, что можетъ быть опущена изъ вида безъ чувствительной погрѣшности.

Необходимо умножать число измѣреній земли по всѣмъ направленіямъ и въ возможно большемъ количествѣ мѣстъ. На всякой точкѣ земной поверхности можно вообразить прикосновенный эллипсъ, чувствительно совпадающій съ нею, въ небольшомъ пространствѣ, около точки прикосновенія. Земныя дуги, измѣренныя по направленію меридіановъ и перпендикуляровъ къ меридіанамъ покажутъ свойство и положеніе этого эллипсоида, который можетъ и не быть *твердымъ вращенія* и значительно измѣняться на большихъ разстояніяхъ.

Каково бы ни было свойство земныхъ меридіановъ, уже по одному уменьшенію градусовъ отъ полюсовъ къ экватору, земля должна быть сжата по направленію полюсовъ, то есть полярная ось ея менѣе экваторіальной. Чтобы сдѣлать это очевиднымъ, положимъ, что земля есть твердое вращенія и представимъ себѣ радіусъ градуса сѣвернаго полюса и рядъ всѣхъ подобныхъ радіусовъ отъ полюса до экватора, радіусовъ которые, по сдѣланному предположенію, безпрерывно уменьшаются. Мы увидимъ, что эти радіусы, своими послѣдовательными пересѣченіями, образуютъ кривую, сперва касательную къ полярной оси за экваторомъ относительно сѣвернаго полюса, потомъ обращающую свою выпуклость къ этой оси, поднимаясь къ плоскости экватора, пока радіусъ градуса меридіана приметъ направленіе перпендикулярное къ первому: тогда онъ

будетъ въ этой плоскости. Если вообразить, что радіусъ полярнаго градуса гибокъ и послѣдовательно облекаетъ дуги кривой нами разсмотрѣнной, оконечность его опишетъ земной меридіанъ и часть его, заключающаяся между меридіаномъ и кривою, будетъ соотвѣтствующимъ радіусомъ градуса меридіана. Геометры называютъ эту линію *эволютою* или *развернутою* меридіана.

Примемъ теперь пересѣченіе экваторіальнаго діаметра съ полярною осью за центръ земли. Сумма двухъ касательныхъ къ эволютѣ меридіана, проведенныхъ изъ этого центра — первая по направленію полярной оси, а вторая по діаметру экватора — будетъ болѣе заключающейся между ними дуги эволюты. А такъ какъ радіусъ, проведенный отъ центра земли къ сѣверному полюсу, равенъ радіусу полярнаго градуса, вычтя первую касательную: полудіаметръ экватора равенъ радіусу меридіана на экваторѣ, прибавивъ вторую касательную; слѣдовательно, избытокъ экваторіальнаго полудіаметра надъ полярнымъ земнымъ радіусомъ будетъ равенъ суммѣ тѣхъ касательныхъ вычтя излишекъ радіуса полярнаго градуса, надъ радіусомъ меридіаннаго градуса при экваторѣ. Послѣдній излишекъ есть самая дуга эволюты, дуга меньшая суммы крайнихъ касательныхъ. Слѣдовательно, излишекъ экваторіальнаго полудіаметра надъ радіусомъ, проведеннымъ отъ центра земли къ сѣверному полюсу, положительными. Также можно доказать, что избытокъ этого полудіаметра надъ радіусомъ, проведеннымъ изъ земнаго центра къ южному полюсу, будетъ также положительнымъ. Поэтому, цѣлая полярная ось менѣе діаметра экватора, или, другими словами, земля сжата по направленію полюсовъ.

Разсматривая каждую часть меридіана какъ развертываніе весьма малой дуги его прикосновенной окружности, легко

усмотрѣть, что радіусъ, проведенный изъ центра земли къ оконечности дуги ближайшей къ полюсу, будетъ менѣе радіуса, проведеннаго отъ того же центра къ другой оконечности. Отсюда слѣдуетъ, что земные радіусы идутъ увеличиваясь отъ полюсовъ къ экватору, если, какъ всѣ наблюденія указываютъ, градусы меридіана увеличиваются отъ экватора къ полюсамъ.

Разность радіусовъ градусовъ меридіана на полюсѣ и на экваторѣ равна разности соотвѣтствующихъ земныхъ радіусовъ, прибавивъ избытокъ вдвойнѣ ихъ взятой эволюты надъ суммою двухъ крайнихъ касательныхъ, избытокъ явно положительный. И такъ, градусы меридіановъ возрастаютъ отъ экватора къ полюсамъ въ большемъ отношеніи, чѣмъ земные радіусы уменьшаются. Ясно, что эти доказательства имѣютъ еще мѣсто въ случаѣ, что оба полушарія — сѣверное и южное — не были бы равны и подобны; и ихъ легко распространить на случай, если бы земля не была твердымъ вращенія.

Изъ главнѣйшихъ пунктовъ Франціи возстановлены на полуденную линію парижской обсерваторіи кривыя начертанныя одинаковымъ образомъ съ этою линіею, съ тою только разницею, что первый бокъ, всегда касательный къ поверхности земли, вмѣсто того, чтобы быть параллельнымъ къ плоскости небеснаго меридіана парижской обсерваторіи, ему перпендикуляренъ. Положенія этихъ пунктовъ были опредѣлены длиною упомянутыхъ кривыхъ и разстояніями обсерваторіи отъ точекъ, въ которыхъ онѣ встрѣчаются съ полуденною линіею. Этотъ трудъ, полезнѣйшій изъ всѣхъ совершенныхъ въ географіи, служитъ образцомъ, которому просвѣщенные народы стремятся подражать и который вскорѣ распространится на всю Европу.

Взаимныя положенія мѣстъ, раздѣленныхъ обширными

морями, не могутъ быть опредѣлены геодезическими дѣйствіями, и тутъ должно прибѣгнуть къ небеснымъ наблюденіямъ. Познаніе этихъ положеній составляетъ одну изъ важнѣйшихъ выгодъ, доставляемыхъ намъ астрономіею. Для достиженія сказанной цѣли, слѣдовали методѣ, употребленной для составленія звѣздныхъ каталоговъ, допустивъ на земной поверхности круги, соотвѣтствующіе тѣмъ, которые предположены въ небѣ. Такимъ образомъ, экваторіальная небесная ось пересѣкаетъ поверхность земли въ двухъ діаметрально противуположныхъ точкахъ, имѣющихъ, каждая въ своемъ зенитѣ, одинъ изъ полюсовъ міра и названныхъ, вслѣдствіе того, земными полюсами. Пересѣченіе плоскости небеснаго экватора съ поверхностью нашей планеты будетъ кругомъ, который можно разсматривать какъ земной экваторъ. Пересѣченія всѣхъ плоскостей небесныхъ меридіановъ съ тою же поверхностью будутъ кривыя, соединяющіяся у полюсовъ, или земные меридіаны, если только земля есть твердое вращенія, что можно допустить въ географіи безъ чувствительной погрѣшности. Наконецъ, меньшія окружности, начертанныя на землѣ параллельно экватору, будутъ земными параллелями, и параллель даннаго мѣста на землѣ будетъ соотвѣтствовать небесной параллели, проходящей чрезъ его зенитъ.

Положеніе какого либо мѣста на землѣ опредѣляется: 1) его разстояніемъ отъ экватора, или дугою земнаго меридіана, заключающеюся между экваторомъ и его параллелью и 2) угломъ, образуемымъ его меридіаномъ съ первымъ меридіаномъ, котораго положеніе произвольно и къ которому относятъ такимъ образомъ всѣ прочіе. Разстояніе мѣста отъ экватора зависитъ отъ угла, заключающагося между его зенитомъ и небеснымъ экваторомъ и этотъ уголъ очевидно равенъ высотѣ полюса

надъ горизонтомъ. Эту высоту называютъ въ географіи *широтою.*

Долгота есть уголъ, составляемый меридіаномъ какого либо мѣста съ первымъ меридіаномъ: это дуга экватора, заключающаяся между двумя упомянутыми меридіанами. Она бываетъ восточная или западная, смотря по тому — къ востоку или къ западу отъ перваго меридіана лежитъ данное мѣсто.

Наблюденіе высоты полюса даетъ широту; а долгота опредѣляется помощію небеснаго явленія, наблюдаемаго одновременно на меридіанахъ, которыхъ взаимное положеніе отыскивается. Если меридіанъ, отъ котораго считаютъ долготы, будетъ къ востоку отъ того, котораго долготу отыскиваютъ, то солнце явится тамъ ранѣе на небесномъ меридіанѣ; если, напримѣръ, уголъ образуемый земными меридіанами будетъ равняться четверти окружности, то разность между моментами полудней на этихъ меридіанахъ будетъ равна четверти сутокъ. Положимъ, что на каждомъ изъ нихъ наблюдаютъ явленіе, случающееся въ одинъ и тотъ же моментъ для всѣхъ мѣстъ земнаго шара, какъ напр., начало или конецъ затмѣнія луннаго или юпитеровыхъ спутниковъ: разность временъ, замѣченныхъ наблюдателемъ для момента затмѣнія, будетъ относиться къ цѣлымъ суткамъ, какъ уголъ образуемый обоими меридіанами относится къ окружности. Солнечныя затмѣнія и покрытія звѣздъ луною представляютъ еще точнѣйшіе способы для опредѣленія долготы, по причинѣ точности, съ которою могутъ быть замѣчены начало и конецъ этихъ явленій. Правда, они случаются не въ одинъ и тотъ же физическій моментъ для всѣхъ мѣстъ на землѣ, но элементы луннаго движенія достаточно извѣстны, чтобы съ точностію опредѣлить зависящую отъ того разность.

Для опредѣленія долготы какого либо мѣста, нѣтъ никакой надобности наблюдать небесное явленіе непремѣнно подъ первымъ меридіаномъ: достаточно, если наблюденіе будетъ совершено подъ меридіаномъ, котораго положеніе относительно перваго извѣстно. Такимъ образомъ, связывая меридіаны между собою, достигли опредѣленія взаимныхъ положеній самыхъ отдаленныхъ мѣстъ на земномъ шарѣ.

Нынѣ, долготы и широты большаго числа мѣстъ опредѣлены астрономическими наблюденіями: вслѣдствіе того, исправлены большія погрѣшности относительно положенія и пространства издревле извѣстныхъ странъ и опредѣлены положенія странъ ново-открытыхъ торговыми интересами или любовію къ наукѣ. Не смотря однакожъ на то, что новѣйшія путешествія значительно расширили и обогатили наши географическія знанія, еще многое остается неизслѣдованнымъ. Внутренности Африки и Новой Голландіи заключаютъ въ себѣ огромныя, еще совершенно неизвѣданныя пространства. Касательно многихъ другихъ мѣстностей мы имѣемъ неопредѣленныя и нерѣдко противурѣчащія свѣдѣнія: въ отношеніи къ ихъ положенію, географія, предоставленная до сихъ поръ случайностямъ предположеній, ожидаетъ помощи отъ астрономіи, для окончательнаго и удовлетворительнаго рѣшенія вопроса.

Долгота и широта еще недостаточны для опредѣленія положенія мѣста на землѣ; къ этимъ двумъ горизонтальнымъ ординатамъ должно присовокупить еще третью, вертикальную, выражающую высоту его надъ уровнемъ морей. Тутъ имѣетъ мѣсто самое полезное приложеніе барометра. Многочисленныя и точныя наблюденія помощію этого инструмента прольютъ на фигуру земли, относительно ея возвышеній, тотъ же самый свѣтъ, который, на два остальныя измѣренія, истекъ изъ астрономіи.

Мореплавателю, въ особенности имѣющему среди мо-

рей путеводителями только звѣзды да компасъ, необходимо знать мѣсто положенія какъ собственнаго, такъ равно береговъ, къ которымъ онъ направляется и подводныхъ скалъ, встрѣчающихся ему на пути. Широта легко опредѣляется наблюденіями высоты звѣздъ; счастливыя изобрѣтенія октанта и повторительнаго круга придали этому роду наблюденій неожиданную точность. За то небо, вслѣдствіе своего суточнаго движенія, представляясь, въ теченіе сутокъ, почти однообразно во всѣхъ точкахъ данной параллели, затрудняетъ мореплавателю опредѣленіе точки ему соотвѣтствующей. Для замѣны небесныхъ наблюденій, морякъ измѣряетъ быстроту и направленіе движенія своего корабля, и по нимъ заключаетъ о его ходѣ по направленію параллелей; сравнивая его съ наблюденными широтами, онъ опредѣляетъ свою долготу относительно мѣста своего отплытія. Неточность этой методы подвергаетъ мореплавателя погрѣшностямъ, могущимъ быть для него гибельными, когда онъ отдается на волю вѣтровъ, ночью, близъ береговъ или мелей, отъ которыхъ онъ, по своимъ вычисленіямъ, полагаетъ себя еще удаленнымъ.

Для охраненія его отъ этихъ опасностей, какъ только успѣхи астрономіи и искусствъ позволили надѣяться на открытіе метода опредѣленія долготъ на морѣ, торговые народы, щедрыми поощреніями, поспѣшили обратить вниманіе ученыхъ и художниковъ на этотъ важный предметъ. Ихъ ожиданія осуществились изобрѣтеніемъ морскихъ часовъ (*) и крайнею точностію, до которой доведены лунныя таблицы: каждый изъ обоихъ этихъ способовъ хорошъ уже самъ по себѣ; но оба они много выигрываютъ взаимно помогая другъ другу.

Если часы, хорошо вывѣренные въ гавани, положеніе которой извѣстно, будутъ перенесены на корабль и

(*) Хронометровъ.

сохранятъ на немъ постоянно прежній ходъ, то укажутъ въ любое мгновеніе время упомянутой гавани.

Сравнивая это время съ временемъ наблюденнымъ на морѣ, отношеніе ихъ разностей къ цѣлымъ суткамъ будетъ (какъ мы уже видѣли) равняться отношенію разности долготъ къ окружности. Но не легко имѣть въ рукахъ такіе часы: неправильныя движенія корабля, измѣненія температуры и неизбѣжныя тренія, весьма чувствительные въ подобнаго рода деликатныхъ снарядахъ, представляли препятствія къ желаемой точности. Къ счастію эти затрудненія преодолѣны, и теперь можно имѣть часы, которые, въ продолженіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ, сохраняютъ почти совершенно однообразный ходъ и даютъ, такимъ образомъ, простѣйшій способъ опредѣленія долготы на морѣ. А какъ этотъ способъ тѣмъ точнѣе, чѣмъ короче время, въ теченіе котораго часы оставались безъ повѣрки, то онъ чрезвычайно полезенъ для опредѣленія взаимнаго положенія мѣстъ очень близкихъ между собою. Въ этомъ отношеніи, они даже имѣютъ нѣкоторое преимущество предъ астрономическими наблюденіями, которыхъ точность не увеличивается отъ взаимной близости наблюдателей.

Часто повторяющіяся затмѣнія юпитеровыхъ спутниковъ представили бы мореплавателю удобное средство узнавать долготу, если бы ихъ можно было наблюдать на морѣ; но затрудненія, встрѣченныя отъ движеній корабля, при попыткахъ такого рода наблюденій, остались до сего времени не побѣжденными. Впрочемъ, мореплаваніе и географія извлекли большія выгоды изъ этихъ затмѣній, особливо изъ затмѣній перваго спутника, которыхъ начало и конецъ могутъ быть наблюдаемы съ большою точностію. Мореплаватель съ успѣхомъ употребляетъ ихъ во время своихъ остановокъ или стоянокъ.

Правда, ему необходимо знать время, въ которое наблюдаемое имъ затмѣніе видимо подъ извѣстнымъ меридіаномъ, потому что разность во временахъ, считаемыхъ подъ различными меридіанами, есть именно элементъ опредѣляющій разности ихъ долготъ. Но таблицы перваго юпитерова спутника, значительно усовершенствованныя въ наше время, даютъ, для парижскаго меридіана, моменты его затмѣній съ точностію, почти равняющеюся точности самыхъ наблюденій.

Чрезвычайная трудность наблюденія этихъ затмѣній на морѣ заставила прибѣгнуть къ другимъ небеснымъ явленіямъ, между которыми быстрое движеніе луны одно можетъ служить для опредѣленія земныхъ долготъ. Положеніе луны, какъ бы оно было видимо изъ земнаго центра, легко можетъ быть выведено изъ измѣренія ея угловыхъ разстояній отъ солнца и звѣздъ: затѣмъ, таблицы луннаго движенія даютъ время, считаемое подъ первымъ меридіаномъ, когда подъ нимъ наблюдаютъ тоже самое положеніе: наблюдатель, сравнивая его съ временемъ, считаемымъ на кораблѣ въ моментъ наблюденія, опредѣляетъ свою долготу разностію этихъ временъ.

Чтобы оцѣнить точность этой методы, должно принять въ соображеніе, что, вслѣдствіе погрѣшностей наблюденія, мѣсто луны опредѣленное наблюдателемъ, не въ точности соотвѣтствуетъ времени, указанному часами; а, вслѣдствіе погрѣшностей таблицъ, это самое мѣсто не относится къ соовѣтствующему времени ими указываемому подъ первымъ меридіаномъ: слѣдовательно, разность этихъ временъ нѣсколько разнится отъ истинной, которую бы дали совершенно точныя — наблюденіе и таблицы. Положимъ, что погрѣшность этой разности будетъ равна одной минутѣ: въ этотъ промежутокъ времени, сорокъ минутъ экватора пройдутъ чрезъ меридіанъ. Такова будетъ соотвѣтствующая погрѣшность относительно положенія корабля: на экваторѣ она составитъ около сорока тысячъ метровъ (*); но подъ параллелями она будетъ менѣе. Впрочемъ, она можетъ быть ослаблена многочисленными наблюденіями лунныхъ разстояній отъ солнца и звѣздъ, повторенными въ теченіе нѣсколькихъ дней, для взаимнаго вознагражденія и уничтоженія погрѣшностей, какъ наблюденій такъ и таблицъ.

Очевидно, что погрѣшности долготы, соотвѣтствующія таблицамъ и наблюденію, будутъ тѣмъ менѣе, чѣмъ быстрѣе движеніе свѣтила; такимъ образомъ, въ этомъ отношеніи, наблюденія луны въ перигеѣ предпочтительнѣе ея наблюденій въ апогеѣ. Если бы прибѣгнуть къ солнечному движенію, около тринадцати разъ медленнѣйшему луннаго, то погрѣшности въ опредѣленіи долготы были бы въ тринадцать разъ значительнѣе. Отсюда слѣдуетъ, что, изъ всѣхъ свѣтилъ, луна есть единственное, которое, по быстротѣ своего движенія, можетъ служить къ опредѣленію долготъ въ морѣ. Изъ этого можно заключить, о пользѣ усовершенствованія лунныхъ таблицъ.

Весьма было бы желательно, если бы всѣ европейскіе народы, вмѣсто того, чтобы относить географическія долготы къ меридіану ихъ главной обсерваторіи, согласились считать ихъ отъ одного общаго для всѣхъ меридіана, указаннаго самою природою, и который, слѣдовательно, можно съ точностію найти во всякое время. Такое соглашеніе ввело бы въ географію тоже самое единообразіе, которое уже существуетъ въ календарѣ и въ ариѳметикѣ и которое, распространяясь на многочисленные предметы взаимныхъ сношеній различныхъ народовъ, образовало бы изъ нихъ одно огромное семейство. Птолемей провелъ свой первый меридіанъ чрезъ Канарскіе острова,

(*) Около сорока верстъ.

какъ западную границу извѣстнаго въ его время міра. Со времени открытія Америки, эта причина предпочтенія болѣе не существуетъ. Но одинъ изъ упомянутыхъ острововъ представляетъ намъ пунктъ земли чрезвычайно замѣчательный своею высотою и уединеннымъ положеніемъ, именно Тенерифскій рикъ. Можно бы, подобно голландцамъ, принять его меридіанъ за основаніе или начало земныхъ долготъ, опредѣливъ, весьма большимъ числомъ астрономическихъ наблюденій, его положеніе относительно главнѣйшихъ обсерваторій. Какъ бы то ни было — согласятся или нѣтъ въ избраніи общаго перваго меридіана — весьма полезно будетъ, для послѣдующихъ вѣковъ, съ точностію знать положеніе упомянутыхъ обсерваторій относительно вершинъ нѣкоторыхъ горъ постоянно замѣтныхъ по ихъ высотѣ и неколебимости ихъ положенія, напримѣръ, относительно Монблана, господствующаго надъ колоссальною и неколебимою твердынею Альповъ.

Одно изъ замѣчательнѣйшихъ явленій, открытыхъ астрономическими путешествіями, состоитъ въ измѣненіи тяжести на земной поверхности. Эта странная сила одушевляетъ, въ данномъ мѣстѣ, всѣ тѣла пропорціонально ихъ массамъ и стремится сообщить имъ, въ равныя времена, равныя движенія. Измѣненій ея невозможно узнать помощію вѣсовъ, потому что она имѣетъ одинаковое вліяніе на взвѣшиваемое тѣло и на гирю, съ которою его сравниваютъ; но ихъ можно опредѣлить, сравнивая вѣсъ гири съ постоянною силою, какъ, напримѣръ, упругостію воздуха при одинаковой температурѣ. Такимъ образомъ, перенося въ различныя мѣста манометръ, наполненный объемомъ воздуха, напряженіе котораго поднимаетъ столбъ ртути во внутренней трубкѣ, очевидно вѣсъ этого столба долженъ постоянно уравновѣшивать упругость заключеннаго воздуха: высота столба, при одинаковой температурѣ, будетъ соотвѣтствовать силѣ тяжести, которой измѣненія она слѣдовательно будетъ указывать.

Наблюденія качаній маятника представляютъ другой самый точный способъ опредѣленія упомянутыхъ измѣненій. Ясно, что эти качанія должны быть медленнѣе въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ тяжесть слабѣе. Этотъ приборъ, приложеніе котораго къ часамъ было одною изъ главныхъ причинъ успѣховъ новѣйшей астрономіи и географіи, состоитъ изъ тѣла, привѣшеннаго къ оконечности нити или стержня, движущагося около неподвижной точки, находящейся на другой оконечности. Снарядъ этотъ отклоняется нѣсколько отъ его отвѣснаго положенія, и, предоставленный затѣмъ дѣйствію тяжести, дѣлаетъ небольшія качанія, совершающіяся въ почти одинаковыя времена, не смотря на разность описанныхъ дугъ. Продолжительность этихъ временъ зависитъ отъ величины и формы привѣшеннаго тѣла, да отъ массы и длины стержня; но геометры нашли общія правила опредѣлить наблюденіемъ качаній сложнаго маятника произвольной фигуры, длину маятника, котораго качанія будутъ имѣть данную продолжительность и въ которомъ масса стержня будетъ предположена ничтожною относительно массы тѣла, разсматриваемаго какъ безконечно-плотная точка. Къ этому идеальному маятнику, названному *простымъ*, отнесены всѣ наблюденія надъ маятникомъ, сдѣланныя въ различныхъ странахъ земнаго шара.

Ришеръ или Ришѐ (Richer), посланный въ 1672 году, парижскою академіею наукъ въ Кайенну, для астрономическихъ наблюденій, нашелъ, что часы его, вывѣренные въ Парижѣ по среднему времени, ежедневно отставали въ Кайеннѣ замѣтнымъ образомъ. Это любопытное наблюденіе дало первое непосредственное доказательство уменьшенія тяжести на экваторѣ. Оно былось большимъ тщаніемъ повторено во многихъ мѣстахъ принимая въ соображеніе сопротивле-

ніе воздуха и температуру. Изъ всѣхъ наблюденій длины секунднаго маятника выводится, что длина его увеличивается отъ экватора къ полюсамъ.

Принявъ за единицу длину маятника дѣлающаго въ парижской обсерваторіи сто тысячъ качаній въ каждые сутки, найдено, что, на уровнѣ моря, при экваторѣ, длина его должна быть равна 0,99669, тогда какъ въ Лапландіи, при высотѣ полюса$=74°,22$, наблюденіе показало упомянутую длину$=1,00137$. Борда, весьма многочисленными и чрезвычайно точными опытами нашелъ, что въ парижской обсерваторіи, длина взятая за единицу и приведенная къ пустотѣ$=0^{м.},741887$.

Увеличеніе длины маятника, слѣдуя отъ экватора къ полюсамъ, чувствительно даже на различныхъ точкахъ большой дуги меридіана пересѣкающей Францію, какъ то видно изъ слѣдущей таблицы, составленной по многочисленнымъ и точнымъ опытамъ Біо, Араго и Матье:

Мѣста:	Высота полюса:	Возвышеніе надъ уровнемъ моря:	Наблюденныя длины секунднаго маятника:
Форментера...	42°,96	196 метр.	0м.,7412061
Бордо........	49,82	0 »	0, 7412615
Парижъ......	54,26	65 »	0, 7419076
Дюнкеркъ.....	56,67	0 »	0, 7420865

Длины, наблюденныя въ Дюнкеркѣ и въ Бордо даютъ, чрезъ интерполацію, $0^{м.},7416274$ для длины секунднаго маятника, при берегахъ Франціи, на уровнѣ моря и при высотѣ полюса въ 50 градусовъ. Эта длина, вмѣстѣ съ длиною градуса меридіана, средина котораго соотвѣтствуетъ упомянутой точкѣ, можетъ послужить для возстановленія нашихъ мѣръ, если съ теченіемъ времени они могутъ исказиться.

Увеличеніе длины маятника представляетъ болѣе правильности чѣмъ увеличеніе градусовъ меридіана. Оно менѣе уклоняется отъ отношенія квадратовъ синусовъ высоты полюса, частію потому, что измѣреніе длины маятника удобнѣе и подвержено меньшимъ погрѣшностямъ, чѣмъ измѣреніе градусовъ меридіана, частію же потому, что причины возмущающія правильность земной фигуры имѣютъ меньшее вліяніе на тяжесть. Сравнивая между собою всѣ наблюденія сдѣланныя донынѣ по этому предмету, въ различныхъ мѣстахъ земнаго шара, нашли что, если взять за единицу длину маятника на экваторѣ, то его увеличеніе отъ экватора къ полюсамъ будетъ равно произведенію пятидесяти четырехъ десятитысячныхъ на квадратъ синуса широты.

Помощію маятника, замѣтили еще небольшое уменьшеніе тяжести на вершинахъ высокихъ горъ. Бугэ́ или Бугеръ (Bouger) сдѣлалъ множество опытовъ по этому предмету, въ Перу. Онъ нашелъ, что выразивъ тяжесть на экваторѣ и при уровнѣ моря единицею, она будетъ$=0,999249$ въ Квито, на высотѣ 2857 метровъ надъ морскимъ уровнемъ, и $=0,998816$ на Пичинчѣ, при высотѣ въ 4744 метра. Это уменьшеніе тяжести на высотахъ постоянно чрезвычайно малыхъ въ сравненіи съ земнымъ радіусомъ, даетъ поводъ къ заключенію, что эта сила значительно уменьшается на большихъ разстояніяхъ отъ центра земли.

Наблюденія маятника, доставивъ неизмѣнную единицу длины, удобную для отысканія во всякую эпоху времени, подали поводъ къ употребленію ея для всеобщей мѣры. Глядя на чрезвычайное множество и разнообразіе мѣръ употребляемыхъ не только различными, но часто однимъ и тѣмъ же народомъ, глядя на ихъ странныя и неудобныя для вычисленія подраздѣленія, на трудность узнать ихъ точную величину и сравнивать ихъ между собою; наконецъ, глядя на затруд-

ненія и обманы, происходящія отъ того въ торговлѣ, должно почесть однимъ изъ величайшихъ благодѣяній, оказываемыхъ правительствами обществу, принятіе системы мѣръ, которыхъ однообразныя подраздѣленія легче всего прилагаются къ вычисленію и выводятся наименѣе произвольнымъ образомъ изъ основной мѣры указанной самою природою. Народъ, принявшій подобную систему, не только имѣлъ бы выгоду въ пользованіи первыми ея плодами, но и подалъ бы благодѣтельный примѣръ другимъ народамъ: медленно постигаемая, но неодолимая истина, со временемъ, побѣдитъ національныя самолюбія и превозможетъ препятствія, мѣшающія общепонятому благу. Соображенія такого рода побудили Французское Учредительное Собраніе поручить этотъ важный вопросъ обсужденію парижской академіи наукъ. Новая система вѣсовъ и мѣръ представляетъ результатъ изысканій коммисаровъ академіи, при ревностномъ и просвѣщенномъ содѣйствіи нѣкоторыхъ народныхъ представителей.

Тожество десятичнаго счисленія и счисленія цѣлыхъ чиселъ не оставляютъ сомнѣнія въ выгодахъ подраздѣленія всякаго рода мѣръ на десятичныя части. Чтобы убѣдиться въ этомъ, стоитъ только сравнить затруднительность сложныхъ и дробныхъ умноженій и дѣленій съ легкостію подобными же дѣйствіями надъ цѣлыми числами, легкостью, увеличивающеюся помощію логариѳмовъ, которые не трудно ввести въ общенародное употребленіе, при пособіи простыхъ и недорогихъ снарядовъ. Правда, наша ариѳметическая скàла (echelle) не дѣлится на 3 и на 4, т. е. на двухъ дѣлителей весьма употребительныхъ по ихъ простотѣ. Присовокупленіе двухъ новыхъ изображеній или знаковъ (цифръ) доставило бы десятичной скàлѣ эту выгоду; но столь значительное измѣненіе было бы неизбѣжно отвергнуто, вмѣстѣ съ системою мѣръ ему подчиненною.

Впрочемъ, двунадесятичная система тѣмъ неудобна, что при ней необходимо запомнить попарныя произведенія, одиннадцати первыхъ чиселъ, что превосходитъ обыкновенные размѣры памяти, которымъ такъ хорошо соотвѣтствуетъ десятичная система. Наконецъ, мы бы потеряли выгоду, вѣроятно породившую нашу ариѳметику, именно, возможность счисленія по пальцамъ рукъ. При этихъ соображеніяхъ, нельзя было колебаться въ принятіи десятичной системы; а чтобы ввести однообразіе въ цѣлую систему мѣръ, положили произвести ихъ отъ одной и той же линейной мѣры и ея десятичныхъ подраздѣленій. Вопросъ, такимъ образомъ, ограничивался выборомъ этой всеобщей мѣры, которой дали названіе метра.

Природа представляетъ намъ два главныхъ способа для опредѣленія единицы линейныхъ мѣръ, именно: длину маятника и меридіана. Будучи независимыми отъ моральныхъ вліяній, они могутъ потерпѣть чувствительное искаженіе только вслѣдствіе весьма значительныхъ переворотовъ въ физическомъ устройствѣ земли. Первый изъ этихъ способовъ, хотя удобный для употребленія, невыгоденъ тѣмъ, что ставитъ измѣреніе разстоянія въ зависимость отъ двухъ элементовъ ему не однородныхъ — тяжести и времени — которыхъ подраздѣленія притомъ произвольны и шестидесятичное дѣленіе которыхъ не можетъ быть допущено основаніемъ десятичной системы мѣръ.

По этимъ причинамъ рѣшились прибѣгнуть ко второму способу, кажется уже бывшему въ употребленіи въ самой глубокой древности: естественно человѣку относить путевыя мѣры къ самымъ размѣрамъ обитаемой имъ планеты, съ цѣлію, при странствованіяхъ по ея поверхности, изъ одного названія пройденнаго пространства узнавать отношенія послѣдняго къ цѣлой окружности земли. Тутъ еще представляется выгода соотвѣтственности морскихъ

мѣръ съ небесными. Мореплавателю нерѣдко встрѣчается надобность опредѣлять, другъ другомъ, какъ пройденный имъ путь, такъ и небесную дугу, заключающуюся между зенитами мѣстъ его отплытія и прибытія; поэтому, весьма желательно, чтобы одна изъ этихъ мѣръ была выраженіемъ другой, съ однимъ только различіемъ въ ихъ единицахъ. Но, для этого, основная единица линейныхъ мѣръ должна быть аликвотною частію (*) земнаго меридіана, соотвѣтствующею одному изъ подраздѣленій окружности. Такимъ образомъ, выборъ метра былъ приведенъ къ выбору единицы угловъ.

Прямой уголъ есть предѣлъ наклоненій линій къ плоскости и высоты предметовъ надъ горизонтомъ. Впрочемъ, такъ какъ синусы и вообще всѣ линіи, употребляемыя въ тригонометріи и которыхъ отношенія къ радіусу приведены въ таблицы, образуются въ первой четверти окружности, то естественно взять прямой уголъ за единицу угловъ и четверть окружности за единицу ихъ мѣры. Его раздѣляютъ на десятичныя части; а чтобы получить соотвѣтствующія мѣры на землѣ, раздѣлили на тѣ же части четверть земнаго меридіана, что уже было сдѣлано въ древности; потому что измѣреніе земли, упоминаемое Аристотелемъ и происхожденіе котораго неизвѣстно, даетъ четверти меридіана длину ста тысячъ стадій. Оставалось только съ точностію опредѣлить его длину.

Здѣсь представилось, для рѣшенія, два вопроса:

Каково будетъ отношеніе дуги меридіана, измѣренной подъ данною широтою, къ цѣлому меридіану?

Всѣ меридіаны равны ли между собою?

Въ самыхъ естественныхъ ипотезахъ относительно

(*) *Аликвотною* частію какой либо величины называютъ такую часть, которая, будучи взята извѣстное число разъ, въ точности измѣряетъ ту величину. **Прим. перев.**

устройства земнаго сфероида, разность діаметровъ нечувствительна, и десятичный градусъ, котораго средина соотвѣтствуетъ 50° широты, будетъ сотою частію четверти меридіана. Погрѣшность этихъ ипотезъ можетъ имѣть вліяніе только на географическія разстоянія, гдѣ она не представляетъ никакой важности. Слѣдовательно, можно было вывести величину четверти меридіана изъ величины дуги, проходящей чрезъ Францію отъ Дюнкерка до Пиренеевъ, измѣренной въ 1740 г. французскими академиками. Однакожь, новое измѣреніе еще большей дуги, исполненное совершеннѣйшими способами, представляя въ пользу новой системы мѣръ и вѣсовъ болѣе довѣрія, способствующаго ея распространенію, побудило къ измѣренію дуги земнаго меридіана, заключающейся между Дюнкеркомъ и Барцелоною. Эта большая дуга, продолженная къ югу до Форментеры, а къ сѣверу до параллели Гринича, и средина которой почти совпадаетъ съ среднею параллелью между полюсомъ и экваторомъ, указала длину четверти меридіана равною 5130740 туазамъ. Десятимилліонную часть этой длины приняли за метръ, или единицу линейныхъ мѣръ. Десятичная, бо̀льшая сейчасъ упомянутой, была бы слишкомъ велика; а мѐньшая — слишкомъ мала. Метръ, имѣющій длину=0,513074 туаза съ выгодою замѣняетъ и туазъ и онъ (aune), двѣ самыя общеупотребительныя у насъ (т. е. Французовъ) мѣры (У).

Всѣ мѣры происходятъ отъ метра самымъ простымъ образомъ. Линейныя мѣры составляютъ его десятичнократныя части.

Единица мѣръ ёмкости есть кубъ десятой части метра: ее назвали *литромъ*.

Единица мѣръ поверхностей земли (почвы) есть квадратъ, бокъ котораго имѣетъ десять метровъ: она называется *аромъ*.

Стеромъ назвали объемъ дровъ равный кубическому метру.

Единица вѣсовъ, названная *граммомъ*, представляетъ вѣсъ милліонной части метра перегнанной воды, въ пустотѣ и при ея наибольшей плотности. По замѣчательной особенности, эта наибольшая плотность не соотвѣтствуетъ точкѣ ея замерзанія, по температурѣ около + 4° цельсіева термометра. Охлаждаясь ниже этой температуры, вода начинаетъ снова расширяться и приготовляться, такимъ образомъ, къ увеличенію объема, получаемаго ею при переходѣ изъ жидкаго состоянія въ твердое. Вода избрана преимущественно какъ одно изъ самыхъ однородныхъ веществъ, легче другихъ приводимое въ состояніе чистоты. Лефевръ Жино (Le Fevre Gineau) длиннымъ рядомъ тончайшихъ опытовъ надъ относительнымъ вѣсомъ пустаго мѣднаго цилиндра, объемъ котораго былъ измѣренъ съ крайнею точностью, опредѣлилъ величину грамма. Изъ этого опредѣленія слѣдуетъ, что фунтъ, составляющій $^1/_{25}$ часть гири въ пятьдесятъ марокъ, сохраняемой въ парижскомъ монетномъ дворѣ, относится къ грамму, какъ 489,5058 къ единицѣ. Вѣсъ тысячи граммовъ, названный *килограммомъ* или *десятичнымъ фунтомъ*, равенъ марковому фунту, помноженному на 2,04288 (Ф).

Для сохраненія мѣръ длины и вѣса, образцы метра и килограмма, изготовленные подъ надзоромъ коммисаровъ опредѣлившихъ эти мѣры, и вывѣренные ими, были положены въ національный архивъ и въ парижскую обсерваторію. Образцы метра представляютъ его только при опредѣленной степени температуры: для этого избрали температуру таянія льда, какъ самую постоянную и наиболѣе независимую отъ измѣненій атмосферы. Образчики килограмма представляютъ его вѣсъ только въ пустотѣ, или при нечувствительномъ давленіи атмосферы.

Чтобы во всякое время найти метръ, не прибѣгая къ измѣренію большой дуги, изъ которой онъ выведенъ, необходимо было опредѣлить отношеніе его къ длинѣ секунднаго маятника. Эта задача была выполнена Бордою, самымъ точнымъ образомъ.

Такъ какъ всѣ мѣры безпрерывно сравниваются съ монетою, то раздѣленіе ея на десятичныя части представляло предметъ особенной важности. Монетную единицу назвали серебрянымъ *франкомъ*; ея десятую часть — *десимомъ*, а сотую — *сантимомъ*. Цѣнность мѣдныхъ и золотыхъ монетъ отнесли къ франку.

Чтобы облегчить вычисленіе чистаго золота и серебра заключающагося въ монетахъ, опредѣлили примѣсь мѣди къ благородному металлу въ одну десятую вѣса; а франку назначили вѣсъ въ пять граммовъ. Такимъ образомъ, франкъ, имѣя постоянное краткое отношеніе къ единицѣ вѣса, можетъ служить для взвѣшиванія тѣлъ, что весьма полезно въ торговлѣ.

Наконецъ, однообразіе цѣлой системы вѣсовъ и мѣръ требовало, чтобы день былъ раздѣленъ на десять часовъ, часъ на сто минутъ и минута на сто секундъ. Такое раздѣленіе, нужное для астрономовъ, представляетъ менѣе выгодъ для общественной жизни, въ которой встрѣчается мало случаевъ употребленія времени въ видѣ множителя или дѣлителя. Трудность принаровленія такого раздѣленія къ часамъ и наши (т. е. Французовъ) сношенія по торговлѣ этими снарядами съ иностранцами отсрочили, на неопредѣленное время, такое нововведеніе. Позволительно однакожь думать, что, со временемъ, десятичное подраздѣленіе дня замѣнитъ употребляемое въ настоящее время и слишкомъ противоположное съ подраздѣленіями другихъ мѣръ.

Такова была новая система вѣсовъ и мѣръ, предложенная учеными національному конвенту и получившая его

утвержденіе. Эта система, основанная на измѣреніи земныхъ меридіановъ, одинаково прилична для всѣхъ народовъ. Отношенія ея къ Франціи ограничиваются дугою меридіана, проходящею чрезъ это государство. Но положеніе этой дуги такъ выгодно, что еслибъ ученые всѣхъ странъ собрались для опредѣленіи всеобщей мѣры, то нельзя бы было сдѣлать лучшаго выбора. Для умноженія выгодъ этой системы и для обращенія ея на пользу цѣлаго міра, французское правительство пригласило иностранныя державы принять участіе въ предметѣ такого всеобщаго интереса. Нѣкоторыя изъ нихъ прислали въ Парижъ отличныхъ ученыхъ, которые, присоединясь къ коммисарамъ національнаго института, опредѣлили, изъ разсмотрѣнія наблюденій и опытовъ, основныя единицы вѣсовъ и линейныхъ мѣръ. Такимъ образомъ, опредѣленіе этихъ единицъ должно быть разсматриваемо какъ общее дѣло ученыхъ, принимавшихъ участіе въ этомъ трудѣ, и народовъ ими представляемыхъ. Можно надѣяться, что, современемъ, эта система приводящая всѣ мѣры и ихъ вычисленія къ простѣйшимъ дѣйствіямъ десятичной ариѳметики, будетъ также всѣми вообще принята, какъ и числительная система, которой она составляетъ дополненіе. Безъ сомнѣнія, послѣдняя должна была также превозмочь препятствія полагаемыя силою привычки введенію новыхъ мѣръ. Но, однажды введенныя, эти мѣры будутъ охраняться тою же самою силою, которая, вмѣстѣ съ силою разума, упрочиваетъ вѣчность человѣческимъ учрежденіямъ.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ.

О ПРИЛИВѢ И ОТЛИВѢ МОРЯ И О СУТОЧНЫХЪ ИЗМѢНЕНІЯХЪ ЕГО ФИГУРЫ.

Хотя земля и жидкости ее покрывающія издавна должны были придти въ состояніе приличное равновѣсію силъ на нихъ дѣйствующихъ, однакожь фигура моря измѣняется съ каждымъ мгновеніемъ, правильными и періодическими колебаніями, извѣстными подъ названіями *морскаго прилива* и *отлива*. Поистинѣ изумительно видѣть, какъ, въ тихую погоду и при ясномъ небѣ, сильно колеблется огромная масса воды, которой волны съ яростью дробятся о берега. Зрѣлище это приглашаетъ къ размышленію и рождаетъ желаніе проникнуть его причину. Но чтобы не заблудиться въ тщетныхъ ипотезахъ, прежде всего должно ознакомиться съ законами этого явленія и прослѣдить ихъ во всѣхъ подробностяхъ. Тысячи случайныхъ причинъ могутъ измѣнить его ходъ, и потому должно брать въ соображеніе совокупность большаго числа наблюденій, дабы вліянія случайныхъ причинъ, взаимно уничтожаясь, дозволили среднимъ выводомъ выказать одни только правильныя дѣйствія. Кромѣ того, должно еще, выгоднымъ сочетаніемъ наблюденій, съ очевидностью выказать каждое изъ этихъ дѣйствій. Но и этого мало. Такъ какъ результаты наблюденій всегда подвержены погрѣшностямъ, необходимо дознать вѣроятность, что эти погрѣшности заключаются въ данныхъ предѣлахъ. Извѣстно что, при одинаковой вѣроятности, эти предѣлы тѣмъ тѣснѣе, чѣмъ наблюденія многочисленнѣе; поэтому, во всѣ времена, наблюдатели старались увеличивать число фактовъ и опытовъ. Но этотъ общій взглядъ не опредѣляетъ еще степени точности результатовъ; онъ не опредѣляетъ числа наблюденій нужныхъ

для полученія опредѣленной вѣроятности. Даже, иногда, онъ побуждалъ къ изысканію причины явленій, зависѣвшихъ только отъ случая. Исчисленіе вѣроятностей одно можетъ дать точное понятіе объ этихъ предметахъ, и потому употребленіе его въ наукахъ физическихъ и нравственныхъ дѣлается чрезвычайно важнымъ.

Въ концѣ прошлаго вѣка и по приглашенію парижской академіи наукъ было сдѣлано въ французскихъ портахъ большое число наблюденій надъ приливами и отливами: въ Брестѣ они наблюдались ежедневно, въ теченіе шести лѣтъ сряду. Положеніе этого порта чрезвычайно выгодно для такого рода наблюденій. Онъ соединяется съ моремъ обширнымъ и длиннымъ каналомъ, въ глубинѣ котораго построена пристань. Неправильности морскаго движенія доходятъ до пристани уже чрезвычайно ослабленными, подобно тому, какъ колебанія, сообщаемыя барометрическому столбу ртути движеніями корабля, ослабляются съуженіемъ трубки барометра. Сверхъ того, такъ какъ приливы въ Брестѣ весьма значительны, то случайныя измѣненія составляютъ только слабую ихъ часть; и если спеціально разсмотрѣть (какъ я то сдѣлалъ) возвышенія приливовъ надъ ближайшими отливами, то вѣтры, главная причина неправильностей морскихъ движеній, имѣютъ мало вліянія на результаты; потому что, если они возвышаютъ приливъ, то почти на столько же возвышаютъ и слѣдующій за нимъ или предшествовавшій ему отливъ. И дѣйствительно, въ этихъ результатахъ замѣчается большая правильность, если только наблюденія довольно многочисленны. Пораженный этою правильностію, я просилъ правительство сдѣлать распоряженіе, чтобы въ Брестскомъ портѣ былъ произведенъ новый родъ наблюденій приливовъ и отливовъ, въ теченіе цѣлаго періода движенія узловъ лунной орбиты. Это распоряженіе было

сдѣлано, и съ 1806 года наблюденія продолжаются непрерывно и ежедневно. Изслѣдовавъ всѣ эти наблюденія по сейчасъ сказанной методѣ, я пришелъ къ слѣдующимъ несомнѣннымъ результатамъ.

Море дважды поднимается и опускается въ каждый промежутокъ времени, заключающійся между двумя послѣдовательными возвращеніями луны къ верхнему меридіану. Средній промежутокъ этихъ возвратовъ $= 1^{\text{дн.}}; 035050$, такъ что средній промежутокъ между двумя послѣдовательными приливами будетъ $0^{\text{дн.}}, 517525$, и слѣдовательно, случается что въ теченіе солнечныхъ сутокъ наблюдается только одинъ приливъ. Моментъ отлива раздѣляетъ упомянутый промежутокъ на двѣ равныя части.

Какъ, вообще, во всѣхъ величинахъ имѣющихъ *максимумъ* и *минимумъ*, возрастанія и уменьшенія прилива около этихъ предѣловъ пропорціональны квадратамъ временъ, протекшимъ отъ прилива или отлива.

Высота прилива не бываетъ постоянно одинакова: она измѣняется ежедневно и эти измѣненія находятся въ очевидномъ отношеніи къ фазисамъ луны. Самый высокій приливъ бываетъ въ эпохи полнолуній и новолуній; потомъ онъ уменьшается и, около квадратуръ, дѣлается наименьшимъ. Высочайшій приливъ въ Брестѣ случается не въ самый день сизигіи, но полтора дня позже; такъ что, если сизигія случится въ моментъ прилива, то третій слѣдующій за этимъ приливъ будетъ наибольшій. Точно также, если квадратура случится въ моментъ прилива, то третій слѣдующій приливъ будетъ наименьшимъ. Это явленіе почти точно также наблюдается во всѣхъ портахъ Франціи, хотя часы приливовъ въ нихъ чрезвычайно различны.

Чѣмъ выше поднимается приливъ, тѣмъ ниже опускается слѣдующій за нимъ отливъ. Мы назовемъ *полнымъ приливомъ* полусумму высотъ двухъ послѣдовательныхъ

приливовъ надъ уровнемъ промежуточнаго отлива. Въ Брестѣ, средняя величина этого полнаго прилива, въ эпоху равноденственныхъ сизигій, составляетъ около пяти съ половиною метровъ. Въ квадратурахъ она вполовину менѣе.

Внимательно разсматривая эти результаты, мы видимъ, что такъ какъ число приливовъ равно числу прохожденій луны чрезъ верхній и нижній меридіаны, то это свѣтило должно имѣть главнѣйшее вліяніе на упомянутое явленіе. Но изъ того, что приливы квадратуръ слабѣе приливовъ сизигій, слѣдуетъ, что и солнце имѣетъ вліяніе не разсматриваемое нами явленіе и видоизмѣняетъ вліяніе луны. Весьма естественно полагать, что каждое изъ этихъ вліяній, если бы оно существовало отдѣльно, произвело бы систему приливовъ, которой періодъ равнялся бы періоду прохожденія свѣтила чрезъ меридіанъ; и что сліяніе этихъ двухъ системъ производитъ сложное явленіе, такъ что приливъ лунный соотвѣтствуетъ, въ сизигіяхъ, солнечному приливу, а, въ квадратурахъ—солнечному отливу.

Склоненія солнца и луны имѣютъ замѣтное вліяніе на приливы: они уменьшаютъ полные приливы равноденственныхъ сизигій, и, точно на столько же, увеличиваютъ полные приливы квадратуръ, въ эпохи солнцестояній. Поэтому, вообще распространенное мнѣніе, что самые большіе приливы случаются въ равноденственныя сизигіи, подтверждается точнымъ изслѣдованіемъ многочисленныхъ наблюденій. Впрочемъ, нѣкоторые ученые, и въ особенности Лаландъ, сомнѣвались въ истинѣ этого мнѣнія, потому что около нѣкоторыхъ солнцестояній море поднималось на значительную высоту. Для рѣшенія такого важнаго вопроса теоріи приливовъ становится необходимымъ изчисленіе вѣроятностей. Прилагая это изчисленіе къ наблюденіямъ, мы найдемъ, что превосходство приливовъ въ равноденственныя сизигіи надъ приливами въ солнцестоятельныя квадратуры указывается съ вѣроятностію далеко превосходящею вѣроятность большей части фактовъ, въ которыхъ никто не позволяетъ себѣ сомнѣваться.

Разстояніе луны отъ земли имѣетъ весьма замѣтное вліяніе на величину полныхъ приливовъ. При всѣхъ другихъ равныхъ обстоятельствахъ, они увеличиваются и уменьшаются вмѣстѣ съ діаметромъ и параллаксомъ луны, но только въ большемъ отношеніи.

Измѣненія разстояній солнца отъ земли также имѣютъ вліяніе на приливы, но только гораздо менѣе чувствительное.

Познаніе закона измѣненій полныхъ приливовъ особенно интересно около ихъ *максимума* и *минимума*. Мы видѣли, что моментъ ихъ *максимума*, въ Брестѣ, случается полторы сутки позже сизигіи: уменьшеніе ближайшихъ къ нему полныхъ приливовъ пропорціонально квадрату времени, протекшаго съ того момента, до момента промежуточнаго отлива, къ которому относится полный приливъ.

Близъ момента *минимума*, слѣдующаго полторы сутки за квадратурою, возрастаніе полныхъ приливовъ пропорціонально квадрату времени, протекшаго съ того момента: оно почти вдвое болѣе уменьшенія полныхъ приливовъ, близъ ихъ *максимума*.

Склоненія солнца и луны имѣютъ чувствительное вліяніе на эти измѣненія. Уменьшеніе приливовъ близъ сизигій солнцестояній составляетъ только около трехъ пятыхъ соотвѣтствующаго уменьшенія близъ равноденственныхъ сизигій; а увеличеніе приливовъ близъ квадратуръ, въ равноденствія бываетъ вдвое болѣе, чѣмъ въ солнцестоянія. Но вліяніе разстояній луны отъ земли еще значительнѣе, чѣмъ вліяніе склоненій. Уменьшеніе приливовъ въ сизигіяхъ почти втрое болѣе близъ перигея луны, чѣмъ близъ ея апогея.

Замѣчаютъ еще, между утренними и вечерними приливами, небольшія разности, зависящія отъ склоненій солнца и луны и исчезающія когда эти свѣтила бываютъ на экваторѣ. Чтобы узнать эти разности, должно сравнивать приливы перваго и втораго дней послѣ сизигіи или квадратуры: тогда приливы, весьма близкіе къ *максимуму* и *минимуму*, весьма мало измѣняются съ одного дня до другаго и позволяютъ легко замѣтить разность двухъ приливовъ одного дня. Такимъ образомъ найдено что, въ Брестѣ, въ сизигіи лѣтнихъ солнцестояній, утренніе приливы перваго и втораго дней послѣ сизигіи, меньше вечернихъ, около одной шестой метра; въ сизигіи же зимнихъ солнцестояній они болѣе на ту же самую величину. Подобнымъ же образомъ, въ квадратурахъ осенняго равноденствія, утренніе приливы перваго и втораго дней послѣ квадратуры превосходятъ вечерніе почти одною восьмою метра: и на ту же самую величину они бываютъ менѣе въ квадратурахъ весенняго равноденствія.

Таковы, вообще, явленія представляемыя въ нашихъ портахъ приливами. Ихъ промежутки показываютъ намъ еще другія явленія, которыхъ развитіемъ мы сей часъ займемся.

Когда приливъ случается въ Брестѣ, въ моментъ сизигіи, то онъ слѣдуетъ за моментомъ полночи или истиннаго полудня, на $0^{дн}$, 1780, смотря потому, случается ли онъ утромъ или вечеромъ. Этотъ промежутокъ, весьма различный даже въ очень близкихъ между собою портахъ, называется *прикладнымъ часомъ*, потому что онъ опредѣляетъ времена приливовъ относительно фазисовъ луны. Приливъ въ Брестѣ, въ моментъ квадратуры, слѣдуетъ за моментомъ полночи или истиннаго полудня на $0^{дн.}$,358.

Ближайшій къ сизигіи приливъ упреждаетъ или опаздываетъ 270″, на каждый часъ времени предшествованія сизигіи или послѣдованія за нею. Приливъ, ближайшій къ квадратурѣ, упреждаетъ или опаздываетъ 502″ на каждый часъ предшествованія квадратурѣ или послѣдованія за нею.

Времена сизигійныхъ и квадратурныхъ приливовъ измѣняются съ разстояніями солнца и луны отъ земли, и преимущественно съ лунными разстояніями. Въ сизигіяхъ, каждая минута увеличенія или уменьшенія въ кажущемся полупоперечникѣ луны, подвигаетъ впередъ или назадъ часъ полнаго прилива на 354″. Это явленіе случается и въ квадратурахъ; но въ нихъ оно втрое менѣе.

Склоненія солнца и луны имѣютъ также вліяніе на часы сизигійныхъ и квадратурныхъ приливовъ. Въ сизигіяхъ солнцестояній часъ прилива идетъ впередъ около полуторы минуты, и на столько же отстаетъ въ сизигіяхъ равноденствій. Напротивъ того, въ квадратурахъ равноденствій, часъ прилива идетъ впередъ около восьми минутъ и на столько же отстаетъ въ квадратурахъ солнцестояній.

Мы видѣли что среднее суточное опаздываніе приливовъ составляетъ $0^{дн.}$, 3505; такъ что, если приливъ случится $0^{дн.}$, 1 послѣ истинной полночи, онъ будетъ назавтра утромъ въ $0^{дн.}$, 13505. Но это опаздываніе измѣняется вмѣстѣ съ лунными фазисами. Оно бываетъ наименьшее изъ возможныхъ, около сизигій, когда полные приливы бываютъ въ *максимумѣ* и тогда оно не превышаетъ $0^{дн.}$,02723. Около квадратуръ, или когда приливъ бываетъ въ *минимумѣ*, опаздываніе достигаетъ наибольшей возможной величины и доходитъ до $0^{дн.}$,05207. И такъ, разность часовъ приливовъ, соотвѣтствующихъ моментамъ сизигіи и квадратуры (которая, какъ выше видѣли, равна $0^{дн.}$,20642), увеличивается для приливовъ, слѣдующихъ тѣмъ же образомъ за этими двумя фазисами, и становится почти равною четверти сутокъ относительно *максимума* и *минимума* приливовъ.

Измѣненія разстояній солнца и луны отъ земли, и особенно послѣднія, имѣютъ вліяніе на ежедневное опаздываніе приливовъ. Каждая минута увеличенія или уменьшенія въ видимомъ полупоперечникѣ луны увеличиваетъ или уменьшаетъ это опаздываніе на 258″, около сизигій. Тоже явленіе равномѣрно случается и въ квадратурахъ; но тогда оно бываетъ втрое менѣе.

Ежедневное опаздываніе приливовъ измѣняеття еще склоненіемъ обоихъ свѣтилъ. Въ сизигіяхъ солнцестояній оно около минуты болѣе, чѣмъ въ среднемъ своемъ положеніи, и настолько же менѣе въ равноденствіяхъ. Напротивъ, въ квадратурахъ равноденствій, оно превосходитъ, около четырехъ минутъ, свою среднюю величину, и на столько же бываетъ менѣе въ квадратурахъ солнцестояній.

Изложенные здѣсь результаты выведены изъ ежедневныхъ наблюденій, дѣлаемыхъ въ Брестѣ, съ 1807 года, по настоящее время. Любопытно было сравнить ихъ съ подобными же результатами, извлеченными мною изъ наблюденій, сдѣланныхъ въ томъ же портѣ, въ началѣ прошлаго вѣка. Я нашелъ, что всѣ эти результаты очень сходны между собою, ибо ихъ небольшія разности заключаются въ предѣлахъ погрѣшностей наблюденій. И такъ, въ промежутокъ цѣлаго вѣка, природа нисколько не измѣнилась въ этомъ отношеніи.

Изъ вышесказаннаго слѣдуетъ, что неравенства высотъ и промежутковъ приливовъ имѣютъ весьма различные періоды — въ половину сутокъ и въ цѣлыя сутки, въ половину мѣсяца, въ цѣлый мѣсяцъ, въ полгода и въ годъ; другія, наконецъ, имѣютъ періоды равные обращеніямъ узловъ и перигея лунной орбиты, которыхъ положеніе имѣетъ вліяніе на приливы, дѣйствіемъ склоненій луны и ея разстояній отъ земли.

Эти явленія имѣютъ мѣсто одинаково во всѣхъ портахъ и на всѣхъ берегахъ моря; но мѣстныя обстоятельства, нисколько не измѣняя законовъ приливовъ, имѣютъ большое вліяніе на ихъ величину и на прикладной часъ.

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ.

О ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРѢ И ОБЪ АСТРОНОМИЧЕСКИХЪ ПРЕЛОМЛЕНІЯХЪ.

Земля окружена прозрачною, рѣдкою и упругою жидкостью, воздымающеюся на большую высоту. Она, подобна всѣмъ прочимъ тѣламъ, имѣетъ тяжесть и вѣсъ ея уравновѣшивается вѣсомъ столба ртути въ барометрѣ. На параллели 50°, при температурѣ таянія льда и при средней высотѣ барометра у морскаго уровня (высоты, которую можно положить равною 0$^{м.}$,76), вѣсъ воздуха относится къ вѣсу одинаковаго съ нимъ объема ртути, какъ единица къ 10477,9. Отсюда слѣдуетъ, что, при поднятіи на высоту 10$^{м.}$,4779, высота ртути въ барометрѣ понизится весьма приблизительно на одинъ миллиметръ, и что, если бы плотность атмосферы была повсюду одинакова, то высота ея была бы 7963 метра. Но воздухъ подверженъ сжатію: предположивъ температуру его постоянною, его плотность, слѣдуя закону общему для газовъ и парообразныхъ жидкостей, будетъ пропорціональна вѣсу его гнетущему и, слѣдовательно, высотѣ барометра. Поэтому, нижніе слои воздуха, сжатые верхними, плотнѣе послѣднихъ, которые дѣлаются все болѣе и болѣе рѣдкими, по мѣрѣ бо́льшаго возвышенія надъ землею. Если бы всѣ слои атмосферы имѣли одинаковую температуру, то высота

ихъ возрастала бы въ прогрессіи ариѳметической, а плотность уменьшалась бы въ прогрессіи геометрической. Чтобы показать это, вообразимъ вертикальный каналъ, проходящій сквозь два безконечно-близкіе между собою атмосферическіе слоя. Наиболѣе возвышенная часть слоя, заключающагося въ каналѣ, будетъ сжата менѣе соотвѣтствующей части самаго нижняго слоя на количество равное вѣсу малаго столба воздуха, заключающагося между упомянутыми двумя частями. Предположивъ температуру одинаковою, разность въ сжатіи этихъ двухъ слоевъ будетъ пропорціональна разности ихъ плотностей. Слѣдовательно, послѣдняя разность пропорціональна вѣсу малаго столба, или произведенію его плотности на длину, если только не принимать въ соображеніе измѣненія тяжести, по мѣрѣ возвышенія надъ землею. Такъ какъ оба слоя предположены безконечно близкими, то плотность столба можетъ быть допущена одинаковою съ плотностію нижняго слоя; слѣдовательно, дифференціальное измѣненіе послѣдней плотности будетъ пропорціонально произведенію этой плотности на измѣненіе вертикальной высоты. И такъ, если будемъ измѣнять эту высоту на постоянно равныя количества, отношеніе дифференціала плотности къ самой плотности будетъ постоянное. Это характерное свойство уменьшающейся геометрической прогрессіи, которой всѣ члены безконечно сближены. Отсюда слѣдуетъ, что высоты слоевъ, возрастаютъ въ прогрессіи ариѳметической, а ихъ плотности уменьшаются въ прогрессіи геометрической, и ихъ логариѳмы, какъ иперболическіе, такъ и табличные, уменьшаются въ прогрессіи ариѳметической.

Изъ этихъ данныхъ извлекли способъ измѣренія высотъ помощію барометра. Предположивъ температуру атмосферы вездѣ одинаковою, мы получимъ, по предыдущей теоремѣ, разность высотъ двухъ станцій, по-

множая постояннымъ коэффиціентомъ разность логариѳмовъ наблюденныхъ высотъ барометра, на каждой станціи. Одного наблюденія достааточно для опредѣленія этого коэффиціента. Такъ мы видѣли, что при нулѣ температуры и высотѣ барометра въ нижней станціи = $0^{м.}$,76000, а въ верхней = $0^{м.}$,75999, послѣдняя станція будетъ находиться выше первой на $0^{м.}$,104779. Слѣдовательно, постоянный коэффиціентъ равенъ этой величинѣ, раздѣленной на разность табличныхъ логориѳмовъ чиселъ 0,76000 и 0,75999, что даетъ для сказаннаго коэффиціента $18336^{м.}$. Но это правило, для измѣренія высоты барометромъ, требуетъ различныхъ видоизмѣненій, которыя мы сей часъ разовьемъ.

Температура атмосферы неоднообразна и уменьшается по мѣрѣ возвышенія. Законъ этого уменьшенія измѣняется въ каждое мгновеніе; но среднимъ результатомъ изъ большаго числа наблюденій, можно положить въ 16 или 17 градусовъ уменьшеніе температуры соотвѣтствующее 3000 метровъ высоты. Воздухъ, подобно всѣмъ тѣламъ, расширяется теплотою и сжимается холодомъ; а весьма точными опытами найдено, что взявъ объемъ его, при нулѣ температуры, за единицу, онъ будетъ измѣняться, подобно всѣмъ газамъ и парамъ, на 0,00375 на каждый градусъ термометра. Поэтому, должно обращать вниманіе на эти измѣненія, при вычисленіи высотъ; ибо очевидно, что для полученія того же пониженія барометра, нужно подниматься тѣмъ выше, чѣмъ проходимый слой воздуха рѣже. Но, при невозможности съ точностію узнать измѣненія его температуры, всего проще предположить эту температуру однообразною и среднею между температурами обѣихъ станцій. Увеличивая объемъ столба воздуха между ними заключающагося, по мѣрѣ этой средней температуры, высота, слѣдующая изъ наблюденнаго пони-

женія барометра, должна быть увеличена въ томъ же отношеніи. Мы достигаемъ этого чрезъ помноженіе коэффиціента 18336$^{м.}$ на единицу съ дробью 0,00375, взятою столько разъ, сколько окажется градусовъ въ средней температурѣ. Разсѣянные въ атмосферѣ водяные пары, будучи, при одинаковомъ давленіи и температурѣ, менѣе плотны чѣмъ воздухъ, уменьшаютъ плотность атмосферы; а такъ какъ, при другихъ равныхъ обстоятельствахъ, они бываютъ изобильнѣе въ большіе жары, то ихъ частію должно взять въ соображеніе, увеличивъ немного число 0,00375, выражающее расширеніе воздуха на каждый градусъ термометра. Я нахожу, что общность наблюденій представляется весьма удовлетворительно, возвысивъ это число до 0,004. Можно пользоваться этою цифрою, по крайней мѣрѣ до тѣхъ поръ, пока, вслѣдствіе длиннаго ряда наблюденій гигрометромъ, этотъ инструментъ введется въ употребленіе при барометрическихъ измѣреніяхъ высоты.

Мы до сихъ поръ предполагали тяжесть постоянною, хотя и видѣли выше, что она по немногу уменьшается по мѣрѣ возвышенія: это содѣйствуетъ также къ увеличенію высоты, выведенной изъ пониженія барометра. Поэтому, нужно обратить вниманіе и на это уменьшеніе тяжести, уменьшая немного постоянный множитель. Сравнивая большое количество барометрическихъ наблюденій, совершенныхъ у подошвы и на вершинахъ различныхъ горъ, высота которыхъ была съ точностію измѣрена тригонометрически, Рамонъ нашелъ этотъ множитель равнымъ 18393$^{м.}$. Но, принявъ въ соображеніе уменьшеніе тяжести, тѣ же сравненія приводятъ къ числу 18336$^{м.}$. Послѣдній факторъ даетъ 10477,9 для отношенія тяжести ртути къ равному объему воздуха, на параллели 50 градусовъ, при нулѣ температуры и при высотѣ барометра въ 0$^{м.}$,76. Для этого же отношенія, приведеннаго къ упо-

мянутой параллели, Біо и Араго нашли число 10466,6 изъ весьма тщательнаго взвѣшиванья извѣстныхъ объемовъ ртути и воздуха. Но они употребляли, при своихъ опытахъ, воздухъ весьма сухой, тогда какъ въ атмосферѣ всегда находится бо̀льшая или мѐньшая примѣсь водянаго па̀ра, количество котораго опредѣляется помощію гигрометра. Этотъ паръ легче воздуха въ отношеніи весьма близкомъ къ 10:17; слѣдовательно, прямыя наблюденія должны были дать между тяжестями ртути и воздуха мѐньшее отношеніе, чѣмъ барометрическія наблюденія. Эти наблюденія уменьшаютъ факторъ 18336$^{м.}$ до 18316$^{м.}$. Чтобы возвысить его до цифры 18393$^{м.}$, даваемой барометрическими наблюденіями, если не принимать въ соображеніе измѣненія тяжести, нужно предположить, для средней влажности атмосферы, слишкомъ большую величину: такимъ образомъ, уменьшеніе тяжести замѣтно даже въ барометрическихъ наблюденіяхъ. Факторъ 18393$^{м.}$ весьма приблизительно исправляетъ вліяніе этого уменьшенія; но другое измѣненіе тяжести, зависящее отъ широты, должно еще оказывать вліяніе на этотъ факторъ. Онъ былъ опредѣленъ для широты, которую безъ чувствительной ошибки можно положить равною 50°, и долженъ увеличиться на экваторѣ, гдѣ тяжесть слабѣе чѣмъ подъ сказанною широтою. Въ самомъ дѣлѣ, очевидно, что тамъ должно подняться выше, чтобы перейти отъ даннаго давленія атмосферы, къ давленію меньшему, на опредѣленную величину, потому что въ промежуткѣ тяжесть воздуха будетъ менѣе. Слѣдовательно, коэффеціентъ 18393$^{м.}$ долженъ измѣняться какъ длина секунднаго маятника, который укорачивается или удлинняется смотря по увеличенію или уменьшенію тяжести. Изъ сказаннаго выше, объ измѣненіяхъ этой длины, легко вывести, что должно прибавить къ это-

му коэффиціенту произведеніе $26^{м.}$,144 на косинусъ вдвойнѣ взятой широты.

Наконецъ, должно еще приложить къ барометрическимъ высотамъ небольшую поправку, зависящую отъ разности температуръ ртути на обѣихъ станціяхъ. Чтобы хорошенько узнать эту разность, въ оправу барометра вдѣлывается маленькій ртутный термометръ, такъ что ртуть въ обоихъ инструментахъ имѣетъ весьма приблизительно одинаковую температуру. Въ холоднѣйшей станціи ртуть будетъ плотнѣе и потому столбъ ея въ барометрѣ уменьшится. Чтобы привести его къ высотѣ, которую онъ имѣлъ бы въ теплѣйшей станціи, его нужно во столько разъ увеличить на его 5550-ую часть, сколько имѣется градусовъ разницы между температурами ртути на двухъ станціяхъ.

Вотъ, по моему мнѣнію, точнѣйшее и простѣйшее правило для измѣренія высоты барометромъ. Сперва поправляютъ, какъ выше сказано, высоту барометра въ холоднѣйшей станціи; потомъ прибавляютъ къ фактору $18393^{м.}$, произведеніе $26^{м.}$,164 на косинусъ вдвойнѣ взятой широты. Этотъ, такимъ образомъ исправленный факторъ умножается табличнымъ логариѳмомъ отношенія наибольшей исправленной высоты къ наименьшей. Наконецъ, умножаютъ это произведеніе на двойную сумму термометрическихъ градусовъ, указывающихъ температуру воздуха на каждой станціи, и это произведеніе раздѣленное на тысячу прибавляютъ къ предыдущему. Сумма весьма приблизительно даетъ возвышеніе верхней станціи надъ нижнею, особенно, если барометрическія наблюденія сдѣланы въ благопріятнѣйшее время дня, которое случается кажется около полудня.

Въ малыхъ массахъ воздухъ невидимъ; но свѣтовые лучи, отраженные всѣми слоями атмосферы, производятъ замѣтное впечатлѣніе. Они показываютъ намъ воздухъ — голубымъ: оттѣнокъ этого цвѣта распространяется на всѣ предметы видимые вдали и составляетъ небесную лазурь. Точно также мы видимъ туманъ, въ который погружены, только на большемъ или меньшемъ разстояніи. Голубая твердь, къ которой свѣтила кажутся прикрѣпленными, весьма близка отъ насъ, потому что она не что иное, какъ земная атмосфера, а свѣтила находятся за нею на огромномъ разстояніи. Солнечные лучи, обильно отраженные частичками атмосферы, до восхода и послѣ заката солнца, составляютъ зарю и сумерки, простирающіеся болѣе чѣмъ на двадцать градусовъ отъ этого свѣтила и доказывающіе, что крайнія частички атмосферы имѣютъ высоту, по крайней мѣрѣ, шестидесяти тысячъ метровъ (*).

Если бы глазъ могъ различить и относить къ ихъ истинному мѣсту точки внѣшней поверхности атмосферы, то мы видѣли бы небо въ формѣ сферическаго колпака, образованнаго частію этой поверхности, отрѣзанной плоскостью касательною къ землѣ; а такъ какъ высота атмосферы весьма мала въ сравненіи съ земнымъ радіусомъ, то небо казалось бы намъ въ видѣ приплюснутаго свода. Хотя мы и не можемъ различать предѣловъ атмосферы, но такъ какъ лучи ими къ намъ отражаемые приходятъ на горизонтѣ изъ бо́льшей глубины, чѣмъ въ зенитѣ, то мы должны полагать ее болѣе обширною въ первомъ направленіи. Къ этой причинѣ присоединяется еще положеніе предметовъ между нами и горизонтомъ, содѣйствующее увеличенію кажущагося разстоянія части неба, относимой за его предѣлы: поэтому, небо должно намъ казаться въ видѣ приплюснутаго сферическаго колпака. Свѣтило, находящееся на возвышеніи около 26-ти градусовъ, кажется раздѣляющимъ на двѣ равныя части длину кривой, образуемой, отъ горизонта до зенита, сѣченіемъ по-

(*) Шестьдесятъ верстъ.

верхности неба вертикальною плоскостію. Отсюда выходитъ, что если эта кривая составляетъ дугу круга, то горизонтальный радіусъ видимаго небеснаго свода относится къ его вертикальному радіусу приблизительно какъ $3\frac{1}{4}$ къ 1; но это отношеніе измѣняется вмѣстѣ съ причинами такой иллюзіи. Кажущіяся величины солнца и луны, будучи пропорціональны угламъ подъ которыми мы ихъ видимъ и кажущемуся разстоянію точки неба къ которой ихъ относятъ, представляются намъ на горизонтѣ въ большихъ размѣрахъ, чѣмъ въ зенитѣ, хотя, въ первомъ положеніи, мы видимъ ихъ подъ меньшимъ угломъ.

Свѣтовые лучи движутся въ атмосферѣ не по прямой линіи, а безпрерывно наклоняются къ землѣ. Наблюдатель, усматривающій предметы только по направленію касательной къ кривой ими описываемой, видитъ тѣ предметы выше, чѣмъ они въ самомъ дѣлѣ, и свѣтила могутъ казаться надъ горизонтомъ даже въ то время, когда они дѣйствительно находятся подъ нимъ. Наклоняя лучи солнца, атмосфера доставляетъ намъ возможность долѣе наслаждаться его присутствіемъ и увеличиваетъ долготу дня, который дѣлается еще продолжительнѣе вліяніемъ зари и сумерекъ. Астрономамъ было чрезвычайно важно узнать законы и величину преломленія свѣта въ атмосферѣ, для опредѣленія истиннаго положенія свѣтилъ. Но ранѣе представленія результатовъ ихъ изслѣдованій по этому предмету, я, въ нѣсколькихъ словахъ, изложу главнѣйшія свойства свѣта.

Переходя изъ одной прозрачной средины въ другую, свѣтовой лучъ приближается или удаляется отъ перпендикуляра къ поверхности ихъ раздѣляющей, такъ что синусы двухъ угловъ составляемыхъ этими направленіями съ тѣмъ перпендикуляромъ — одинъ ранѣе, а другой послѣ входа луча въ новую средину — будутъ въ постоянномъ отношеніи, каковы бы ни были тѣ углы. Но свѣтъ, преломляясь такимъ образомъ, представляетъ замѣчательное явленіе, послужившее къ изслѣдованію его сущности. Лучъ солнечнаго свѣта пропущенный въ темную комнату, послѣ прохожденія чрезъ прозрачную призму, образуетъ продолговатое изображеніе окрашенное разнообразными красками. Этотъ лучъ есть пучекъ составленный изъ безконечнаго множества лучей различныхъ цвѣтовъ, раздѣляемыхъ призмою вслѣдствіе ихъ различной преломляемости. Наиболѣе преломляющійся лучъ есть фіолетовый; за нимъ слѣдуютъ, въ послѣдовательномъ порядкѣ, синій, голубой зеленый, желтый, оранжевый и красный. Мы упоминаемъ здѣсь только объ этихъ семи видахъ лучей, хотя существуетъ безконечное множество приближающихся къ нимъ нечувствительными оттѣнками цвѣтовъ и преломляемости. Всѣ эти лучи, собранные помощію выпуклаго (чечевицеобразнаго) стекла, воспроизводятъ бѣлый цвѣтъ солнца, который есть ничто иное какъ смѣсь, въ опредѣленныхъ пропорціяхъ, всѣхъ простыхъ или однородныхъ цвѣтовъ.

Когда однородно окрашенный лучъ хорошо отдѣленъ отъ другихъ, то онъ уже не измѣняетъ своего цвѣта и преломляемости, какимъ бы преломленіямъ и отраженіямъ онъ ни подвергался. Слѣдовательно, цвѣтъ его не есть видоизмѣненіе свѣта срединами, чрезъ которыя онъ проходитъ, но есть принадлежность его существа. Однакожъ, сходство цвѣта не доказываетъ еще сходства свѣта. Смѣшивая между собою различно окрашенные лучи солнечнаго изображенія, разложеннаго призмою, можно составить цвѣтъ, подобный одному изъ простыхъ цвѣтовъ этого изображенія: такъ, смѣшавъ однородный жолтый съ однороднымъ краснымъ, мы получимъ оранжевый, подобный, повидимому, однородному оранжевому. Но преломленіе лучей смѣси новою призмою раздѣляетъ ихъ на состав-

ные цвѣтные лучи; тогда какъ однородные оранжевые лучи остаются неизмѣнными.

Лучи свѣта отражаются при встрѣчѣ съ зеркаломъ, составляя съ перпендикуляромъ къ его поверхности углы отраженій равные угламъ паденій.

Преломленія и отраженія солнечныхъ лучей въ дождевыхъ капляхъ рождаютъ радугу, которой объясненіе — основанное на точномъ вычисленіи вполнѣ удовлетворяющемъ всѣмъ подробностямъ этого любопытнаго явленія,— представляетъ одинъ изъ прекраснѣйшихъ результатовъ физики.

Большая часть тѣлъ разлагаетъ свѣтъ ими получаемый: они поглощаютъ одну часть этого свѣта и отражаютъ другую по всѣмъ направленіямъ. Тѣла кажутся красными, голубыми, зелеными и т. д., смотря по цвѣтамъ лучей ими отражаемыхъ. Такимъ образомъ, бѣлый свѣтъ солнца, распространяясь по всей природѣ, разлагается и отражаетъ къ нашимъ глазамъ безчисленное разнообразіе цвѣтовъ.

Послѣ этого краткаго разсужденія о свѣтѣ, я возвращаюсь къ астрономическимъ преломленіямъ.

Преломленіе воздуха (по крайней мѣрѣ, весьма приблизительно) независимо отъ его температуры и пропорціонально его плотности. Переходя изъ пустоты въ воздухъ, при температурѣ тающаго льда и при давленіи измѣряемомъ барометрическою высотою въ 76 сантиметровъ, свѣтовой лучъ преломляется такъ, что синусъ преломленія относится къ синусу паденія, какъ единица къ 1,0002943321. Слѣдовательно, для опредѣленія пути свѣта сквозь атмосферу, достаточно знать законъ плотности ея слоевъ; но этотъ законъ, зависящій отъ ихъ теплоты, очень сложенъ и измѣняется съ каждымъ мгновеніемъ. Предположивъ атмосферу повсемѣстно при нулѣ температуры, мы видѣли, что плотность слоевъ уменьшается въ геометрической прогрессіи; а анализъ показываетъ, что, при высотѣ барометра въ $0^{м}\cdot76$, преломленіе на горизонтѣ будетъ $= 7391''$. Оно было бы только $= 5630''$, если бы плотность слоевъ уменьшалась въ прогрессіи ариѳметической и уничтожалась при поверхности. Горизонтальное преломленіе, найденное наблюденіемъ $=$ $6500''$, составляетъ среднее между упомянутыми предѣлами. И такъ, законъ уменьшенія плотности атмосферныхъ слоевъ занимаетъ приблизительно средину между этими прогрессіями. Принявъ ипотезу, совмѣстную съ обѣими прогрессіями, можно одновременно представить всѣ барометрическія и термометрическія, по мѣрѣ возвышенія въ атмосферѣ, наблюденія и астрономическія преломленія, не прибѣгая, какъ то сдѣлали нѣкоторые физики, къ особой жидкости, которая, будучи примѣшана къ атмосферному воздуху, преломляетъ свѣтъ.

Если кажущаяся высота свѣтилъ надъ горизонтомъ превосходитъ одиннадцать градусовъ, ихъ преломленіе зависитъ чувствительно только отъ состоянія барометра и термометра и весьма приблизительно пропорціонально касательной видимаго разстоянія свѣтила отъ зенита, вычтя произведеніе $3^{1}/_{4}$ на преломленіе, соотвѣтствующее этому разстоянію, при температурѣ тающаго льда и высотѣ барометра $0^{м},76$. Изъ предшествующихъ данныхъ, относительно преломленія свѣта при прохожденіи изъ пустоты въ воздухъ, выводится, что, при упомянутыхъ температурѣ и давленіи, коэффиціентъ, который, умножаясь этою касательною, даетъ астрономическое преломленіе, будетъ $187'',24$. Притомъ весьма замѣчательно, что сравненіе большаго числа астрономическихъ наблюденій приводитъ къ той же величинѣ, которую, слѣдовательно, должно считать весьма точною; но она измѣняется также, какъ и

плотность воздуха. На каждый термометрическій градусъ объемъ этой жидкости увеличивается на 0,00375 объема при нулѣ температуры, взятаго за единицу; слѣдовательно, должно раздѣлить коэффиціентъ 187″,24 на единицу, къ которой прибавлено произведеніе 0,00375 на число термометрическихъ градусовъ. Кромѣ того, плотность воздуха, при другихъ равныхъ обстоятельствахъ, пропорціональна высотѣ барометра, и потому упомянутый коэффиціентъ должно умножить отношеніемъ этой высоты къ 0ᵐ.76, приведя столбъ ртути къ нулю температуры.

Помощію этихъ данныхъ получается весьма точная таблица преломленій, отъ одиннадцати градусовъ кажущейся высоты до зенита; а въ этомъ именно промежуткѣ совершаются почти всѣ астрономическія наблюденія. Эта таблица будетъ независима отъ всякой ипотезы относительно уменьшенія плотности атмосферныхъ слоевъ и она можетъ служить на вершинахъ высочайшихъ горъ точно также, какъ и при уровнѣ морей. Но такъ какъ тяжесть уменьшается вмѣстѣ съ высотою и широтою, то, очевидно, при одинаковой температурѣ, одинаковыя высоты барометра, не указывая на равныя плотности воздуха, эта плотность должна быть менѣе для тѣхъ мѣстъ, гдѣ тяжесть слабѣе. И такъ, коэффиціентъ 187″,24, опредѣленный для параллели 50°, долженъ, при поверхности земли, измѣняться подобно тяжести. Такимъ образомъ, нужно изъ него вычесть произведеніе 0″,53 на косинусъ вдвойнѣ взятой широты.

Таблица, о которой мы сейчасъ говорили, предполагаетъ, что составъ атмосферы вездѣ и всегда одинаковъ: это доказано наблюденіями. Нынѣ извѣстно, что нашъ воздухъ не представляетъ однороднаго тѣла, а содержитъ, во ста частяхъ, 79 частей азотнаго и 21 кислороднаго газа: послѣдній необходимъ для горѣнія тѣлъ и дыханія жи-

вотныхъ, которое само есть не что иное, какъ медленное горѣніе, главный источникъ животной теплоты. Кромѣ упомянутыхъ газовъ, въ 1000 частяхъ атмосфернаго воздуха разсѣяно отъ 3 до 4 частей углокислоты. Воздухъ, взятый въ различныя времена года, въ самыхъ отдаленныхъ другъ отъ друга климатахъ, на высокихъ горахъ и въ долинахъ, былъ подвергаемъ химическому разложенію и постоянно показывалъ въ своемъ составѣ тѣ же самыя пропорціи азотнаго и кислороднаго газовъ.

Если наполнить легкую оболочку водороднымъ газомъ, самою легкою изъ всѣхъ упругихъ жидкостей, то она будетъ подниматься вверхъ, вмѣстѣ съ тѣлами къ ней прикрѣпленными, до тѣхъ поръ, пока она встрѣтитъ въ атмосферѣ слой достаточно малой плотности для того, чтобы въ немъ остановиться въ равновѣсіи. Этимъ средствомъ, честь изобрѣтенія котораго принадлежитъ французскимъ ученымъ, человѣкъ распространилъ область своего владычества: онъ можетъ устремиться въ воздухъ, разсѣкать облака и вопрошать природу въ дотолѣ неприступныхъ высотахъ атмосферы. Самое полезное для наукъ поднятіе на воздушномъ шарѣ было совершено Гэ-Люссакомъ, который поднялся на 7015 метровъ выше уровня морей, высоту, до него недоступную (X). На этой высотѣ онъ измѣрилъ напряженіе магнитной силы и наклоненіе магнитной стрѣлки, которыя онъ нашелъ такими же, какъ и на земной поверхности. Въ моментъ его поднятія изъ Парижа, около десяти часовъ утра, высота барометра была 0ᵐ, 7652; термометръ показывалъ 30°,7, а волосяной гигрометръ 60°. Пять часовъ спустя, на наибольшей высотѣ, тѣже инструменты показывали:

барометръ $=$ 0ᵐ,3288,
термометръ $= -$ 9°,5,
гигрометръ $=$ 33°.

Наполнивъ шаръ воздухомъ этихъ возвышенныхъ слоевъ, онъ подвергнулъ послѣдній весьма тщательному химическому разложенію и нашелъ, что этотъ воздухъ нисколько не разнится составомъ отъ воздуха самыхъ низшихъ слоевъ атмосферы.

Прошло около полувѣка съ тѣхъ поръ, какъ астрономы начали вводить барометрическія и термометрическія высоты въ таблицы преломленія. Крайняя точность, которой стараются нынѣ достигнуть въ астрономическихъ инструментахъ и наблюденіяхъ, заставляла желать опредѣленія вліянія сырости воздуха на его преломляющую силу и, если нужно, принять въ соображеніе указанія гигрометра. Чтобы замѣнить недостающіе по сему предмету прямые опыты, я взялъ за исходную точку ипотезу, что дѣйствія воды и ея пара на свѣтъ пропорціональны ихъ плотностямъ. Эта ипотеза тѣмъ болѣе вѣроятна, что измѣненія въ строеніи тѣлъ, гораздо существеннѣйшія чѣмъ переходъ изъ капельнаго въ парообразное состояніе, не измѣняетъ чувствительнымъ образомъ отношенія существующаго между ихъ дѣйствіемъ на свѣтъ и ихъ плотностію. Въ этой ипотезѣ, преломляющая способность водянаго пара можетъ быть выведена изъ преломленія, претерпѣваемаго свѣтовымъ лучемъ при переходѣ изъ воздуха въ воду: а это послѣднее было измѣрено съ точностію. Такимъ образомъ найдено, что эта преломляющая способность превосходитъ воздушную, если воздухъ приведенъ къ плотности пара; но, при равныхъ давленіяхъ, плотность воздуха превосходитъ плотность водянаго пара почти въ томъ же отношеніи; откуда слѣдуетъ, что преломленіе, произведенное разсѣянными въ атмосферѣ водяными парами почти одинаково съ преломленіемъ воздуха, котораго мѣсто они занимаютъ, и что, такимъ образомъ, вліяніе сырости воздуха на преломленіе нечувствительно.

Біо подтвердилъ этотъ результатъ прямыми наблюденіями, которыя, въ добавокъ, доказываютъ, что температура имѣетъ вліяніе на преломленіе, только измѣненіемъ которое она производитъ въ плотности воздуха. Наконецъ, Араго̀, столь же точнымъ какъ и остроумнымъ способомъ, убѣдился что вліяніе сырости воздуха на преломленіе незамѣтно.

Предшествующая теорія предполагаетъ совершенно спокойную атмосферу, въ которой плотность воздуха, на равныхъ высотахъ надъ морскимъ уровнемъ, вездѣ одинакова. Но вѣтры и неравенства температуры искажаютъ эту ипотезу и могутъ чувствительно измѣнять лучепреломленія. Съ какою бы точностію ни были изготовлены астрономическіе инструменты, вліяніе этихъ возмущающихъ причинъ, если оно значительно, всегда будетъ препятствіемъ для крайней точности наблюденій, которые должны быть чрезвычайно многочисленны для его уничтоженія. Къ счастію, мы достовѣрно знаемъ, что это вліяніе не можетъ превзойти небольшаго числа секундъ (*).

Атмосфера ослабляетъ свѣтъ свѣтилъ, особливо на горизонтѣ, гдѣ лучи ихъ проходятъ толстѣйшій ея слой. Изъ наблюденій Бугера (Bouger) видно, что, при высотѣ бароме-

(*) Изслѣдованія физиковъ надъ астрономическими преломленіями представляютъ замѣчательный примѣръ принятія ипотезъ за дѣйствительность, вмѣсто того, чтобы смотрѣть на нихъ, какъ на средства подчиненія наблюденій вычисленію. Для составленія таблицы преломленій, Доминикъ Кассини допустилъ весьма простое предположеніе— постоянной плотности атмосферы. Эта таблица, весьма точная для высотъ, на которыхъ обыкновенно наблюдаются свѣтила, была принята астрономами. Естественное стремленіе приписывать дѣйствительность предметамъ, которыми мы часто пользуемся, привела къ общему мнѣнію, что, согласно ипотезѣ Кассини, преломленія увеличиваются по мѣрѣ возвышенія наблюдателя въ атмосферѣ. Это мнѣніе существовало до тѣхъ поръ, пока Бугеръ (Bouger) доказалъ большимъ числомъ наблюденій, сдѣланныхъ въ Квито, лежащемъ 2800 метровъ выше морскаго уровня, что преломленія, вмѣсто увеличенія, на этой высотѣ, уменьшаются.

тра — 0^м,76, если взять за единицу напряженіе свѣта свѣтила при входѣ его въ атмосферу, напряженіе его, при достиженіи до наблюдателя, и когда свѣтило будетъ въ зенитѣ, уменьшится до 0,8123. Высота атмосферы должна бы быть тогда = 7945^м; если допустить плотность ея вездѣ одинаковою и температуру = нулю. Весьма естественно думать, что угасаніе свѣтоваго луча, проходящаго сквозь атмосферу, то же самое, какъ и въ этихъ ипотезахъ, потому что онъ встрѣчаетъ то же самое число воздушныхъ частичекъ. Такимъ образомъ, слой воздуха вышесказанной плотности и 7945^м толщины ослабитъ силу свѣта до 0,8123. Изъ этого легко вывести угасаніе свѣта въ слоѣ воздуха одинаковой плотности и произвольной толщины; ибо, очевидно, что если напряженіе свѣта, при прохожденіи сквозь данную толщину, ослабится до одной четверти, то равная толщина ослабитъ эту четверть до $^1/_{16}$ первоначальной величины. Отсюда видно, что если толщины возрастаютъ въ ариѳметической прогрессіи, напряженіе свѣта уменьшается въ прогрессіи геометрической: поэтому, его логариѳмы слѣдуютъ отношенію толщинъ. Такимъ образомъ, чтобы получить табличный логариѳмъ напряженія свѣта, послѣ прохожденія его сквозь произвольную толщину, нужно помножить — 0,0902855, табличный логариѳмъ отъ 0,8123, на отношеніе этой толщины къ 7945^м; и если плотность воздуха болѣе или менѣе преждесказанной, то должно умножить или уменьшить этотъ логариѳмъ въ томъ же самомъ отношеніи.

Чтобы опредѣлить ослабленіе свѣта свѣтилъ, соотвѣтствующее ихъ кажущейся высотѣ, можно вообразить свѣтовый лучъ движущимся въ каналѣ, и привести воздухъ заключенный въ этомъ каналѣ къ вышесканной плотности. Длина столба воздуха, такимъ образомъ приведеннаго, опредѣляетъ угасаніе свѣта разсматриваемаго свѣтила. Путь

свѣта свѣтилъ, отъ двѣнадцати градусовъ кажущейся высоты до зенита, можно допустить чувствительно прямолинейнымъ, и, въ этомъ промежуткѣ, можно принять слои атмосферы плоскими и параллельными; тогда толщина каждаго слоя, по направленію свѣтоваго луча, будетъ относиться къ его толщинѣ въ направленіи вертикальномъ, какъ секансъ кажущагося разстоянія свѣтила отъ зенита относится къ радіусу. И такъ, умножая секансъ этотъ на—0,0902855 и на отношеніе высоты барометра при 0^м,76; раздѣляя, потомъ, произведеніе на единицу + 0,00375 умноженное на число градусовъ термометра, получимъ логариѳмъ напряженія свѣта свѣтила. Это весьма простое правило даетъ угасаніе свѣта свѣтилъ на вершинахъ горъ и при уровнѣ морей; что можетъ быть полезно, какъ для поправки наблюденій затмѣній спутниковъ Юпитера, такъ и для опредѣленія напряженія солнечнаго свѣта въ фокусѣ зажигательныхъ стеколъ. Мы должны, впрочемъ, замѣтить, что пары, разсѣянные въ воздухѣ, имѣютъ значительное вліяніе на угасаніе свѣта. Ясность неба и разрѣженность воздуха, на высокихъ горахъ, придаютъ яркость свѣту свѣтилъ; и если бы перенести наши большіе телескопы на вершину Кордильеровъ, то мы бы несомнѣнно открыли различныя небесныя явленія, невидимыя въ нашихъ климатахъ, по причинѣ густоты и малопрозрачности нашей атмосферы.

Напряженіе свѣта свѣтилъ на весьма малыхъ высотахъ, также какъ и ихъ лучепреломленіе, зависятъ отъ плотности возвышенныхъ слоевъ атмосферы. Если бы температура была вездѣ одинакова, логариѳмы напряженія свѣта были бы пропорціональны астрономическимъ лучепреломленіемъ, раздѣленнымъ на косинусы кажущихся высотъ; и тогда это напряженіе на горизонтѣ приведется почти къ четырехтысячной части его первоначальной величины. Поэтому-то

солнце, котораго полуденный блескъ трудно выносимъ для глазъ, можно безъ труда разсматривать на горизонтѣ.

Помощію этихъ данныхъ можно опредѣлить вліяніе нашей атмосферы при затмѣніяхъ. Преломляя проходящіе сквозь нее солнечные лучи, она наклоняетъ ихъ въ конусъ земной тѣни; а какъ горизонтальное преломленіе превышаетъ полусумму параллаксовъ солнца и луны, центръ луннаго диска, предположенный на оси этого конуса, получаетъ съ обѣихъ сторонъ земли лучи отъ той же точки солнечной поверхности; этотъ центръ былъ бы тогда сильнѣе освѣщенъ, чѣмъ въ полнолуніе, если бы атмосфера не погашала большую часть свѣта ею туда посылаемаго. Приложеніе анализа къ предъидущимъ даннымъ показало, что, взявъ за единицу свѣтъ этой точки въ полнолуніе, свѣтъ ея въ центральныхъ апогейныхъ затмѣніяхъ будетъ $= 0{,}02$, а въ центральныхъ перигейныхъ затмѣніяхъ только $0{,}0036$, или около шести разъ слабѣе.

Поэтому, если стеченіемъ необыкновенныхъ обстоятельствъ, пары поглотятъ значительную часть этого слабаго свѣта, во время прохожденія его сквозь атмосферу, на пути отъ солнца къ лунѣ, послѣдняя сдѣлается совершенно невидимою. Исторія астрономіи представляетъ намъ нѣсколько, впрочемъ, очень рѣдкихъ примѣровъ такого полнаго исчезновенія луны въ ея затмѣніяхъ. Красноватый цвѣтъ солнца и луны близъ горизонта доказываетъ намъ, что земная атмосфера представляетъ свободнѣйшій проходъ лучамъ этого цвѣта, которыми, по этой причинѣ, окрашивается луна въ затмѣніи.

При солнечныхъ затмѣніяхъ, свѣтъ отраженный земною атмосферою уменьшаетъ темноту производимую затмѣніемъ. Въ самомъ дѣлѣ, помѣстимся подъ экваторомъ и предположимъ центры солнца и луны въ нашемъ зенитѣ. Если луна въ перигеѣ, а солнце въ апогеѣ, то мы будемъ имѣть приблизительно случай наибольшей темноты, которая будетъ продолжаться около пяти минутъ съ половиною. Поперечникъ тѣни, брошенной на землю, составитъ двадцать двѣ-тысячныхъ части земнаго и будетъ въ шесть съ половиною разъ менѣе діаметра пересѣченія атмосферы плоскостію горизонта, если предположить высоту атмосферы равною $1/_{100}$ земнаго радіуса, какъ то выводится изъ продолжительности сумерекъ; а весьма вѣроятно, атмосфера отражаетъ къ намъ замѣтные лучи еще на большихъ высотахъ.

Изъ этого мы видимъ, что солнце, въ своихъ затмѣніяхъ, освѣщаетъ большую часть атмосферы, находящейся надъ горизонтомъ. Но послѣдняя освѣщена только частію солнечнаго диска, возрастающею по мѣрѣ удаленія атмосферныхъ частичекъ отъ зенита. Въ этомъ случаѣ, солнечные лучи, для достиженія отъ солнца до этихъ частичекъ и для возвращеніи чрезъ отраженіе къ наблюдателю, проходятъ бòльшее пространство атмосферы и достаточно ослабляются для того, чтобы звѣзды первой и второй величины сдѣлались видимыми. Цвѣтъ ихъ, соотвѣтствующій голубому небесному и красному сумеречному, распространяетъ на всѣ предметы мрачный отливъ, который, вмѣстѣ съ внезапнымъ исчезновеніемъ солнца, наводитъ ужасъ на животныхъ.

КНИГА ВТОРАЯ.

О дѣйствительныхъ движеніяхъ небесныхъ тѣлъ.

Provehimur portu, terresque urbesque recedunt.
Virg. Georg., lib III.

Мы изложили главнѣйшія явленія кажущихся небесныхъ движеній, и сравненіе ихъ привело насъ къ заключенію о движеніи планетъ вокругъ солнца, которое, въ своемъ обращеніи вокругъ земли, увлекаетъ за собою фокусы планетныхъ орбитъ. Но кажущіяся движенія ни сколько бы не измѣнились, если бы земля, подобно всѣмъ планетамъ, обращалась вокругъ солнца. Тогда это послѣднее свѣтило будетъ, вмѣсто земли, центромъ всѣхъ планетныхъ движеній.

Всякому понятно, до какой степени важно, для успѣховъ астрономіи, знаніе, который именно изъ двухъ вышеупомянутыхъ случаевъ дѣйствительно существуетъ въ природѣ? Руководимые наведеніемъ и аналогіею, мы изъ сравненія движеній кажущихся, опредѣлимъ породившія ихъ движенія дѣйствительныя и дойдемъ наконецъ до законовъ этихъ движеній.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

О ВРАЩАТЕЛЬНОМЪ ДВИЖЕНІИ ЗЕМЛИ.

Размышляя о суточномъ движеніи, которому подвержены всѣ небесныя тѣла, мы очевидно убѣждаемся въ существованіи общей причины, увлекающей ихъ, по видимому или въ дѣйствительности, вокругъ міровой оси. Если мы примемъ въ соображеніе, что тѣла эти уединены одно отъ другаго и находятся далеко отъ земли на весьма различныхъ разстояніяхъ; что солнце и звѣзды гораздо далѣе отъ насъ чѣмъ луна, и что измѣненія видимыхъ поперечниковъ планетъ указываютъ на большія измѣненія въ ихъ разстояніяхъ; наконецъ, что кометы свободно пробѣгаютъ въ небѣ по всѣмъ направленіямъ; сообразивъ все это, становится труднымъ допустить, что одна и таже причина сообщаетъ всѣмъ этимъ тѣламъ общее движеніе вращенія. Но такъ какъ свѣтила представляются намъ одинаково, не смотря на то, допустимъ ли мы, что небо увлекаетъ ихъ вокругъ неподвижной земли, или земля обращается на своей оси въ противуположномъ направленіи; то, кажется, гораздо естественнѣе допустить послѣднее движеніе, а видимое движеніе неба признать кажущимся.

Радіусъ земнаго шара менѣе семи милліоновъ метровъ, а солнечный, какъ мы видѣли, несравненно больше. Если бы центръ солнца совпадалъ съ земнымъ, то объемъ дневнаго свѣтила не только заключилъ бы въ себѣ орбиту луны, но простерся бы за нее еще на такое же разстояніе, какое раздѣляетъ луну отъ земли. По этому можно судить объ огромной величинѣ солнца, удаленнаго отъ насъ слишкомъ на двадцать три тысячи земныхъ радіусовъ. Не будетъ ли гораздо проще предположить, что шаръ нами обитаемой вращается вокругъ самого себя, чѣмъ допустить въ та-

кой огромной и далекой массѣ, каково солнце, чрезвычайно быстрое движеніе, необходимое для суточнаго ея обращенія вокругъ земли? Какая огромная сила понадобилась бы тогда для удержанія и уравновѣшиванія его центробѣжной силы?

Точно такія же затрудненія представляютъ и другія свѣтила; но всѣ эти трудности исчезаютъ, если допустить вращеніе земли.

Мы выше видѣли, что полюсъ экватора кажется медленно движущимся вокругъ полюса эклиптики, и что отъ того происходитъ предвареніе равноденствій. Если земля неподвижна, полюсъ экватора будетъ безъ движенія, потому что онъ всегда соотвѣтствуетъ одной и той же точкѣ земной поверхности: тогда небесная сфера должна двигаться вокругъ полюсовъ эклиптики, и въ этомъ движеніи увлекать всѣ свѣтила. Такимъ образомъ, цѣлая система такого множества тѣлъ, различныхъ по величинѣ, движеніямъ и разстояніямъ, будетъ вновь подвержена общему движенію, которое исчезнетъ и превратится въ простую видимость или иллюзію, если предположить что земная ось движется вокругъ полюсовъ эклиптики.

Увлекаемые движеніемъ общимъ всему насъ окружающему, мы походимъ на мореплавателя носимаго вѣтрами, вмѣстѣ съ его кораблемъ, по морю. Ему кажется, что онъ неподвиженъ, а берегъ, горы и всѣ предметы находящіеся внѣ корабля кажутся ему движущимися. Но, сравнивая протяженіе берега и равнинъ и высоту горъ съ малою массою его корабля, онъ убѣждается что движеніе ихъ только кажущееся, произведенное собственнымъ его дѣйствительнымъ движеніемъ. Многочисленныя свѣтила, разсѣянныя въ небесномъ пространствѣ, представляютъ, въ отношеніи къ намъ, тоже самое что берегъ и горы въ отношеніи къ мореплавателю; и тѣ же причины, которыя убѣждаютъ его въ

дѣйствительности собственнаго движенія, доказываютъ намъ движеніе земли.

Аналогія подкрѣпляетъ эти доказательства. Почти во всѣхъ планетахъ замѣчены вращательныя движенія, направленныя отъ запада къ востоку, подобныя тому, которое суточнымъ обращеніемъ свѣтилъ, повидимому указывается землѣ. Юпитеръ, несравненно большій земнаго шара, движется на своей оси менѣе чѣмъ въ полу-сутки: наблюдатель на его поверхности видѣлъ бы небо обращающимся вокругъ него въ этотъ промежутокъ времени; но это движеніе неба было бы только обманомъ зрѣнія. Не естественно ли думать тоже самое о подобномъ движеніи, относительно нашей земли? Эта аналогія поразительнымъ образомъ подтверждается тѣмъ, что земля, подобно Юпитеру, сжата у полюсовъ. Въ самомъ дѣлѣ понятно, что центробѣжная сила, стремящаяся удалять всѣ части тѣла отъ его оси вращенія, должна была сплюснуть земные полюсы и поднять экваторъ. Эта сила должна еще уменьшать тяжесть на земномъ экваторѣ, а такое уменьшеніе доказано наблюденіями надъ маятникомъ. Все ведетъ насъ къ мысли, что земля имѣетъ вращательное движеніе вокругъ самой себя, и что суточное обращеніе неба есть не что иное какъ иллюзія, произведенная вращательнымъ движеніемъ земли. Эта иллюзія подобна той, которая представляетъ намъ небо въ видѣ голубаго свода къ которому прикрѣплены свѣтила, а поверхность земли—въ видѣ плоскости на которую этотъ сводъ опирается.

Такимъ образомъ, астрономія обнаружила обманы чувствъ. Уничтоживъ ихъ большимъ количествомъ наблюденій и вычисленій, человѣкъ дозналъ наконецъ движенія обитаемаго имъ шара и его истинное положеніе во вселенной.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

О ДВИЖЕНІИ ЗЕМЛИ ВОКРУГЪ СОЛНЦА.

Такъ какъ суточное обращеніе неба есть не что иное какъ обманъ зрѣнія, порожденный вращеніемъ земли, то весьма естественно полагать, что годичное обращеніе солнца, увлекающее за собою всѣ планеты, есть также подобная иллюзія, происходящая отъ поступательнаго движенія земли вокругъ солнца. Слѣдующія соображенія уничтожаютъ всякое сомнѣніе въ этомъ отношеніи.

Такъ какъ масса солнца и многихъ планетъ несравненно больше земной массы, то гораздо проще заставить вертѣться землю вокругъ солнца, чѣмъ всю солнечную систему вокругъ земли. Какую странную сложность въ небесныхъ движеніяхъ влечетъ за собою неподвижность земли! Какое быстрое движеніе должно предположить тогда Юпитеру, Сатурну вдесятеро далѣе отодвинутому отъ солнца, Урану еще отдаленнѣйшему, для того чтобы заставить ихъ обращаться ежегодно вокругъ земли, и въ тоже время двигать ихъ около солнца! Эти сложности и быстроты движеній исчезаютъ предъ наступательнымъ движеніемъ земли, движеніемъ соотвѣтствующимъ общему закону, по которому малыя небесныя тѣла обращаются вокругъ близкихъ къ нимъ большихъ.

Сходство земли съ планетами подтверждаетъ подобное движеніе. Подобно Юпитеру, земля вращается на своей оси и сопровождается спутникомъ. Наблюдатель на поверхности Юпитера видѣлъ бы солнечную систему въ обращеніи вокругъ его планеты, которой величина дѣлала бы этотъ обманъ чувства гораздо вѣроятнѣйшимъ чѣмъ для земли.

Не естественно ли думать, что движеніе солнечной системы вокругъ земли есть также иллюзія зрѣнія?

Перенесемся мыслію на поверхность солнца и оттуда посмотримъ на землю и планеты. Всѣ эти тѣла покажутся намъ движущимися отъ запада къ востоку, и одно уже это единство направленія служитъ признакомъ движенія земли; но вполнѣ очевидно доказывается оно закономъ, существующимъ между временами обращеній планетъ и ихъ разстояніями отъ солнца. Планеты движутся вокругъ дневнаго свѣтила тѣмъ медленнѣе чѣмъ онѣ отъ него дальше, такъ что квадраты временъ ихъ обращеній относятся между собою какъ кубы ихъ среднихъ разстояній отъ солнца. Слѣдуя этому замѣчательному закону, время обращенія земли, предполагаемой въ движеніи вокругъ солнца, будетъ въ точности равняться звѣздному году. Не служитъ ли это неопровержимымъ доказательствомъ, что земля движется подобно всѣмъ планетамъ и подвержена тѣмъ же законамъ? Впрочемъ, не странно ли допустить, что земной шаръ, едва замѣтный съ солнца, стоитъ неподвижно посреди планетъ движущихся вокругъ этого свѣтила, которое, въ свою очередь, вмѣстѣ со всѣми этими планетами, обращается вокругъ земли? Сила которая, для удержанія планетъ въ ихъ орбитахъ вокругъ солнца, уравновѣшиваетъ ихъ центробѣжную силу, не должна ли также дѣйствовать на землю, и не должна ли земля противопоставлять ея дѣйствію подобную же центробѣжную силу? Такимъ образомъ, разсмотрѣніе планетныхъ движеній, наблюдаемыхъ съ солнца, не оставляетъ сомнѣнія въ дѣйствительности движенія земли. Но земной наблюдатель имѣетъ еще чувствительное доказательство этого движенія въ явленіи оберраціи, составляющемъ необходимое его слѣдствіе.

Разовьемъ этотъ предметъ.

Въ концѣ минувшаго вѣка, Рёмеръ замѣтилъ, что затмѣнія спутниковъ Юпитера случаются раньше около противустояній этой планеты, и опаздываютъ около ея соединеній. Это заставило его подозрѣвать, что свѣтъ достигаетъ отъ этихъ свѣтилъ до земли не мгновенно, а употребляетъ замѣтный промежутокъ времени для прохожденія поперечника солнечной орбиты. Въ самомъ дѣлѣ, Юпитеръ, въ его противустояніяхъ, будучи ближе отъ насъ, чѣмъ въ соединеніяхъ, на величину, равную упомянутому поперечнику, затмѣнія юпитеровыхъ спутниковъ должны случаться для насъ, въ первомъ случаѣ, ранѣе чѣмъ во второмъ, на промежутокъ времени, которое свѣтъ употребляетъ для прохожденія солнечной орбиты. Законъ, выведенный изъ наблюденія опаздываній этихъ затмѣній, такъ точно соотвѣтствуетъ этой ипотезѣ, что ее невозможно отринуть. Изъ нея выводится, что свѣтъ употребляетъ 571″ для достиженія отъ солнца до земли.

Неподвижный наблюдатель видѣлъ бы свѣтила по направленію ихъ лучей; но совсѣмъ другое будетъ, если предположить, что онъ движется вмѣстѣ съ землею. Чтобы привести этотъ случай къ случаю неподвижнаго наблюдателя, достаточно перенести, въ противномъ направленіи, на свѣтила, ихъ свѣтъ и самаго наблюдателя, собственное движеніе послѣдняго, отчего кажущееся положеніе свѣтилъ не измѣнится, потому что, по законамъ оптики, если сообщить общее движеніе всѣмъ тѣламъ одной системы, то въ ихъ кажущихся положеніяхъ не произойдетъ никакой перемѣны. Вообразимъ себѣ, что въ тотъ самый моментъ, когда лучъ свѣта стремится проникнуть въ земную атмосферу, ему сообщаютъ, вмѣстѣ съ воздухомъ и землею, равномѣрное движеніе, противное движенію наблюдателя, и посмотримъ, какія явленія это движеніе должно произвести въ кажущемся положеніи свѣтила, отъ котораго истекъ лучъ? Здѣсь можно не принимать въ соображеніе вращательное движеніе земли, которое, даже на самомъ экваторѣ, около шестидесяти разъ медленнѣе движенія земли вокругъ солнца. Въ добавокъ, можно, безъ чувствительной погрѣшности, допустить, что всѣ свѣтовые лучи, посылаемые къ намъ каждою точкою диска свѣтила, параллельны другъ другу и лучу, который бы достигнулъ отъ центра свѣтила къ центру земли, если бы она была прозрачною. Такимъ образомъ, явленія представляемыя свѣтилами наблюдателю, стоящему въ томъ центрѣ, и зависящія отъ движенія свѣта, совокупнаго съ движеніемъ земли, весьма приблизительно одинаковы для всѣхъ наблюдателей разсѣянныхъ по земной поверхности. Наконецъ, мы не примемъ въ соображеніе и небольшаго эксцентрицитета земной орбиты.

Положивъ это:

Въ промежутокъ 571″, употребляемый свѣтомъ для прохожденія радіуса земной орбиты, земля описываетъ малую дугу послѣдней, равную 62″,5. Изъ законовъ сложныхъ движеній извѣстно, что, если чрезъ центръ какой либо звѣзды вообразить малую окружность, параллельную эклиптикѣ, и которой поперечникъ образовалъ бы на небѣ дугу въ 125″, то направленіе движенія свѣта, въ совокупности съ движеніемъ земли, совершающимся въ противную сторону, встрѣтитъ упомянутую окружность въ точкѣ, гдѣ она пересѣкается плоскостью, проведенною чрезъ центры звѣзды и земли, касательно къ земной орбитѣ. Поэтому, звѣзда должна казаться движущеюся по этой окружности и описывающею ее ежегодно такъ, что звѣзда будетъ на ней постоянно на сто градусовъ позади солнца въ его кажущейся орбитѣ.

Это явленіе совершенно тожественно съ тѣмъ, которое мы объяснили въ одиннадцатой главѣ первой книги, по

наблюденіямъ Брэдлея (Bradley), открывшаго, какъ самое явленіе, такъ и его причину. Чтобы отнести звѣзды къ ихъ истинному положенію, достаточно помѣстить ихъ въ центрѣ малой окружности, которую они по видимому описываютъ. Слѣдовательно, ихъ годичное движеніе есть иллюзія, порожденная совокупнымъ движеніемъ свѣта и земли. Отношенія этого движенія къ положенію солнца давали уже поводъ къ подозрѣнію, что оно не дѣйствительное, а кажущееся; но вышеприведенное объясненіе указываетъ это съ очевидностію. Съ тѣмъ вмѣстѣ, оно доставляетъ чувствительное доказательство движенія земли вокругъ солнца, точно также, какъ увеличеніе градусовъ и тяжести, по мѣрѣ удаленія отъ экватора и приближенія къ полюсамъ, дѣлаетъ чувствительнымъ вращательное движеніе нашей планеты.

Аберрація свѣта имѣетъ вліяніе на положенія солнца, планетъ, спутниковъ и кометъ; но оно разнообразно, смотря по ихъ особеннымъ движеніямъ. Чтобы устранить это вліяніе и получить истинное положеніе свѣтила, будемъ сообщать, въ каждое мгновеніе, всѣмъ тѣламъ, движеніе равное земному, но только въ противуположномъ направленіи; чрезъ это земля сдѣлается неподвижною, что, какъ мы уже сказали, не измѣнитъ ни взаимныхъ положеній, ни кажущихся явленій. Тогда будетъ ясно, что свѣтило, въ моментъ его наблюденія, не будетъ уже находиться въ направленіи свѣтоваго луча, достигающаго до нашего глаза, но удалилось отъ этого направленія, вслѣдствіе своего дѣйствительнаго движенія совокупленнаго съ движеніемъ земли, предполагаемымъ въ противную сторону. Совокупность этихъ двухъ движеній, наблюдаемыхъ съ земли, образуетъ кажущееся движеніе, называемое *геоцентрическимъ*. Слѣдовательно, чтобы получить истинное положеніе свѣтила, нужно къ его наблюденнымъ гео-

центрическимъ долготѣ и широтѣ прибавить его геоцентрическое движеніе по долготѣ и широтѣ, въ промежутокъ времени, которое свѣтъ употребляетъ для достиженія отъ свѣтила до земли. Поэтому, солнечный центръ постоянно кажется намъ 62″5 назади въ его орбитѣ, противу того случая, если бы свѣтъ достигалъ до насъ мгновенно.

Аберрація измѣняетъ кажущіяся отношенія небесныхъ явленій, какъ къпространству, такъ и ко времени. Въ моментъ ихъ наблюденія, они уже не существуютъ: спутники Юпитера уже 25 или 30 минутъ выступили изъ затмѣнія, въ тотъ моментъ когда мы наблюдаемъ это явленіе, а измѣненія въ свѣтѣ перемѣнныхъ звѣздъ дѣйствительно совершаются за нѣсколько лѣтъ до того момента въ который мы ихъ наблюдаемъ. Но такъ какъ всѣ причины такихъ обмановъ зрѣнія намъ хорошо извѣстны, то мы всегда можемъ отнести явленія солнечной системы къ ихъ истинному времени и мѣсту.

И такъ, соображеніе небесныхъ явленій побуждаетъ насъ выдвинуть землю изъ центра вселенной, гдѣ мы предположили ее, обманутые кажущимися явленіями и наклонностію человѣка считать себя главнымъ предметомъ въ цѣлой природѣ. Обитаемый нами шаръ есть планета, движущаяся на своей оси и вокругъ солнца. Разсматривая его съ этой точки зрѣнія, всѣ явленія объясняются самымъ простымъ образомъ: законы небесныхъ движеній становятся однообразными и всѣ аналогіи соблюдены. Подобно Юпитеру, Сатурну и Урану, земля сопровождается спутникомъ. Она вращается вокругъ самой себя, подобно Венерѣ, Марсу, Юпитеру, Сатурну и вѣроятно всѣмъ прочимъ планетамъ; подобно имъ заимствуетъ она свѣтъ отъ солнца и движется вокругъ него, по тому же направленію и по тѣмъ же законамъ. Наконецъ, идея о движеніи земли соединяетъ въ свою пользу — простоту, аналогію

и вообще все, характеризующее истинную систему природы. Мы увидимъ, слѣдя за выводами изъ этой идеи, что всѣ небесныя явленія приводятся ею, даже въ малѣйшихъ подробностяхъ, къ одному общему закону, котораго они составляютъ необходимое развитіе.

Такимъ образомъ, движеніе земли пріобрѣтетъ всю несомнѣнность, которая возможна для естественныхъ истинъ, и которая можетъ истекать какъ изъ большаго числа и разнообразія объясненныхъ явленій, такъ и изъ простоты законовъ, отъ которыхъ они зависятъ. Ни одна отрасль естествознанія не соединяетъ этихъ преимуществъ въ высшей степени, какъ теорія системы міра, основанная на движеніи земли.

Это движеніе увеличиваетъ міръ, доступный нашему зрѣнію и даетъ намъ, для измѣренія разстояній небесныхъ тѣлъ, огромный базисъ, длиною въ поперечникъ земной орбиты. Помощію этого базиса, съ точностію опредѣлены размѣры планетныхъ орбитъ. Такимъ образомъ, движеніе земли, иллюзіями зрѣнія, имъ причиняемыми, долгое время замедлявшее познаніе истинныхъ движеній планетъ, дало намъ, въ послѣдствіи, средства узнать ихъ съ бо́льшею точностію, чѣмъ если бы мы находились въ фокусѣ этихъ движеній. Однакожъ, годичный параллаксъ звѣздъ, или уголъ, подъ которымъ былъ бы видимъ изъ ихъ центровъ поперечникъ земной орбиты, не чувствителенъ и не достигаетъ шести секундъ (*), даже для звѣздъ самыхъ яркихъ, и потому, вѣроятно, ближайшихъ къ землѣ. Параллаксъ въ одну секунду соотвѣтствуетъ 206000 солнечныхъ раз-

(*) Новѣйшія изслѣдованія показали, что параллаксы ближайшихъ къ намъ звѣздъ не достигаютъ величины одной секунды, и что самый большой изъ нихъ, именно параллаксъ свѣтлой звѣзды южнаго неба *альфы центавра* весьма приблизительно равенъ 1″. Послѣднее разстояніе равняется двумъ стамъ тысячамъ среднихъ разстояній земли отъ солнца.
Прим. переводч.

стояній отъ земли. Такое огромное разстояніе, при сильномъ блескѣ, очевидно доказываетъ, что звѣзды не заимствуютъ своего свѣта у солнца и не похожи въ этомъ на планеты и ихъ спутниковъ: они блещутъ собственнымъ свѣтомъ и каждая изъ нихъ есть солнце; которыхъ безчисленное множество разсѣяно въ безпредѣльности пространства, и которыя, подобно нашему солнцу, могутъ быть фокусами своихъ планетныхъ системъ. Въ самомъ дѣлѣ, если бы мы перенеслись на ближайшую изъ тѣхъ звѣздъ, то солнце показалось бы намъ блестящимъ свѣтиломъ, діаметръ котораго былъ бы менѣе $1/_{30}$ части секунды.

Изъ неизмѣримаго разстоянія звѣздъ слѣдуетъ, что ихъ движенія, по прямому восхожденію и по склоненію, отнюдь дѣйствительныя, а причиняются движеніемъ оси вращенія земли. Но нѣкоторыя звѣзды имѣютъ, повидимому, собственныя движенія, и, вѣроятно, всѣ онѣ движутся, подобно солнцу, уносящему за собою въ пространствѣ цѣлую систему планетъ и кометъ, подобно тому, какъ планеты уносятъ своихъ спутниковъ въ своемъ движеніи вокругъ солнца (Ц).

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

О КАЖУЩИХСЯ ЯВЛЕНІЯХЪ, ПРОИСХОДЯЩИХЪ ОТЪ ДВИЖЕНІЯ ЗЕМЛИ.

Съ точки зрѣнія, на которую поставило насъ сравненіе небесныхъ явленій, разсмотримъ свѣтила и покажемъ совершенную тожественность ихъ кажущихся и дѣйствительныхъ явленій. Все равно, будетъ ли небо вращаться на

оси міра, или земля вокругъ самой себя, въ противоположномъ направленіи видимому движенію неподвижнаго неба: всѣ свѣтила будутъ представляться намъ одинаковымъ образомъ. Разница будетъ только въ томъ, что, въ первомъ случаѣ, они послѣдовательно будутъ являться надъ различными земными меридіанами, которые, во второмъ случаѣ, сами послѣдовательно будутъ проходить подъ свѣтилами.

Такъ какъ движеніе земли принадлежитъ вообще всѣмъ тѣламъ на ея поверхности и жидкостямъ ее покрывающимъ, то ихъ относительныя движенія таковы, какъ будто земля остается неподвижною. Точно также, въ кораблѣ плывущемъ однообразно, все движется, какъ будто онъ находится въ покоѣ; тѣло, брошенное вертикально снизу вверхъ, падаетъ на то мѣсто, откуда оно брошено: на кораблѣ кажется, что оно описываетъ перпендикулярную линію, но съ берега видно, что оно движется косвенно къ горизонту и описываетъ параболлическую кривую. Впрочемъ, дѣйствительная скорость, зависящая отъ вращенія земли, немного слабѣе у подошвы, чѣмъ на вершинѣ высокой башни: если съ этой вершины опустить тѣло, предоставивъ его собственной тяжести, то вслѣдствіе избытка дѣйствительной скорости вращенія вершины надъ подошвою, оно не должно упасть въ точности на точку, въ которой отвѣсъ, опущенный съ вершины башни, встрѣтилъ бы поверхность земли, а нѣсколько къ востоку отъ этой точки. Анализъ показываетъ, что, въ самомъ дѣлѣ, уклоненіе падающаго тѣла отъ сейчасъ упомянутой точки имѣетъ мѣсто только къ востоку, и что оно пропорціонально квадратному корню куба высоты башни и косинусу широты. На экваторѣ оно равно 21мм,952, на сто метровъ вышины. Такимъ образомъ, весьма точные опыты надъ паденіемъ тѣлъ могутъ сдѣлать чувстви-

тельнымъ вращательное движеніе земли. Совершенные понынѣ въ Германіи и въ Италіи опыты довольно хорошо согласуются съ предъидущими результатами; но такіе опыты, требующіе крайняго вниманія и весьма тонкой наблюдательности, должны быть повторены еще съ бо́льшею точностію. Вращеніе земли обнаруживается на ея поверхности преимущественно дѣйствіями центробѣжной силы, сдавливающей земной сфероидъ у полюсовъ и уменьшающей тяжесть на экваторѣ, двумя явленіями, открытыми чрезъ измѣреніе маятника и градусовъ меридіановъ.

При обращеніи земли вокругъ солнца, ея центръ и всѣ точки ея оси вращенія движутся съ равными и параллельными скоростями, почему ось эта всегда остается параллельною самой себѣ. Сообщая въ каждое мгновеніе небеснымъ тѣламъ и всѣмъ частямъ земли движеніе равное движенію ея центра, только по противоположному направленію, точка эта останется неподвижною, вмѣстѣ съ осью вращенія; но это сообщенное движеніе не измѣняетъ кажущихся явленій движенія солнечнаго; оно только переноситъ на солнце, въ противоположномъ направленіи, дѣйствительное движеніе земли. Такимъ образомъ, кажущіяся явленія одинаковы, какъ въ ипотезѣ покоющейся, такъ и въ ипотезѣ движущейся вокругъ солнца земли.

Чтобы точнѣе прослѣдить за тожественностію этихъ кажущихся явленій, вообразимъ лучъ, проведенный отъ центра солнца къ центру земли; онъ будетъ перпендикуляренъ къ плоскости, отдѣляющей освѣщенное полушаріе земли отъ неосвѣщеннаго. Точка, въ которой тотъ лучъ пройдетъ сквозь поверхность земли, будетъ имѣть солнце вертикально надъ собою и всѣ точки земной параллели, которые послѣдовательно встрѣтятся этому лучу, вслѣдствіе суточнаго движенія, будутъ имѣть, въ полдень, солнце въ зенитѣ. А такъ какъ все равно, будетъ ли солнце

двигаться вокругъ земли, или земля двигаться вокругъ солнца и на своей оси, эта ось постоянно сохраняя параллельное положеніе, очевидно, что упомянутый лучъ будетъ описывать одинаковую кривую на поверхности земли. Въ обоихъ случаяхъ онъ пересѣкаетъ одинаковыя земныя параллели, когда солнце имѣетъ одинаковую кажущуюся долготу; слѣдовательно, это свѣтило одинаково воздымается въ полдень надъ горизонтомъ, и соотвѣтствующіе дни имѣютъ одинаковую длину. И такъ, времена года и дни будутъ одинаковы въ ипотезѣ покоя солнца и въ ипотезѣ движенія его вокругъ земли; а наше объясненіе временъ года, приведенное въ предыдущей книгѣ, точно также приложимо и къ первой изъ упомянутыхъ ипотезъ.

Планеты движутся вокругъ солнца въ одномъ направленіи, но съ различными скоростями. Времена ихъ обращеній возрастаютъ въ бо̀льшемъ отношеніи, чѣмъ ихъ разстоянія отъ дневнаго свѣтила. Напримѣръ, Юпитеру нужно около двѣнадцати лѣтъ для прохожденія своей орбиты, радіусъ которой около пяти разъ болѣе, чѣмъ у орбиты земной: слѣдовательно, его дѣйствительная скорость менѣе скорости земли. Такое уменьшеніе скорости планетъ, по мѣрѣ удаленія ихъ отъ солнца, имѣетъ мѣсто для всѣхъ, начиная съ ближайшей — Меркурія, до отдаленнѣйшей — Урана (*); а изъ законовъ, которые мы вскорѣ объяснимъ, выводится, что среднія скорости планетъ соотвѣтственны ихъ среднимъ разстояніямъ отъ солнца.

Возьмемъ планету, орбита которой заключалась бы внутри земной, и прослѣдимъ за нею отъ ея верхняго соединенія до нижняго. Ея кажущееся или геоцентрическое движеніе есть результатъ ея дѣйствительнаго

(*) Во времена Лапласа Нептунъ не былъ еще извѣстенъ.

Прим. перев.

движенія, совокупленнаго съ направленнымъ въ противуположную сторону движеніемъ земли. Въ верхнемъ соединеніи, дѣйствительное движеніе планеты противуположно земному; слѣдовательно, ея геоцентрическое движеніе будетъ суммою этихъ двухъ движеній и будетъ имѣть направленіе одинаковое съ геоцентрическимъ движеніемъ солнца, происходящимъ отъ движенія земли, направленнаго въ противуположную сторону. И такъ, кажущееся движеніе планеты будетъ прямое. Въ нижнемъ соединеніи, движеніе планеты совершается по направленію земнаго и такъ какъ первое больше послѣдняго, то геоцентрическое движеніе сохраняетъ то же направленіе, которое, слѣдовательно, противно кажущемуся движенію солнца. Въ это время планета движется попятно. Не трудно понять, что, при переходѣ изъ прямаго въ попятное движеніе, она кажется неподвижною, и это должно случаться между самымъ большимъ отклоненіемъ и нижнимъ соединеніемъ, когда геоцентрическое движеніе планеты, происходящее отъ ея дѣйствительнаго движенія и земнаго приложеннаго въ противную сторону, направлено по лучу зрѣнія планеты. Эти явленія вполнѣ согласуются съ наблюденными движеніями Меркурія и Венеры.

Движеніе планетъ, орбиты которыхъ заключаютъ въ себѣ земную, имѣетъ, въ ихъ противустояніяхъ, направленіе одинаковое съ движеніемъ земнымъ; только оно менѣе, и совокупляясь съ послѣднимъ, взятымъ въ противную сторону, принимаетъ направленіе противуположное первоначальному. Слѣдовательно, тогда геоцентрическое движеніе этихъ планетъ — попятное. Оно будетъ прямымъ въ ихъ соединеніяхъ, точно также какъ движенія Меркурія и Венеры въ ихъ соединеніяхъ верхнихъ.

Перенося движеніе земли въ сторону противуположную звѣздамъ, онѣ должны по видимому описывать ежегодно

окружность, равную и параллельную земной орбитѣ и діаметръ которой занимаетъ на небѣ уголъ равный тому, подъ которымъ видимъ бы былъ изъ ихъ центра поперечникъ орбиты земли. Это кажущееся движеніе имѣетъ много сходства съ движеніемъ, происходящимъ отъ совокупленія движеній земли и свѣта, и вслѣдствіе котораго звѣзды по видимому описываютъ ежегодно окружность, параллельную эклиптикѣ, поперечникъ которой является подъ угломъ 125°; но оно различается тѣмъ, что звѣзды имѣютъ одинаковое положеніе съ солнцемъ на первой окружности, тогда какъ на второй они остаются позади солнца на 100°. Этимъ различаются упомянутыя два движенія и помощію этого же убѣдились, что первое изъ нихъ, по крайней мѣрѣ, чрезвычайно мало; потому что безконечное разстояніе, отдѣляющее насъ отъ звѣздъ, дѣлаетъ почти незамѣтнымъ уголъ, подъ которымъ діаметръ земной орбиты видимъ съ сихъ послѣднихъ.

Такъ какъ ось міра есть ничто иное, какъ продолженіе оси вращенія земли, то, къ сей послѣдней, должно отнести движеніе полюсовъ небеснаго экватора, указанное явленіями предваренія и нутаціи, описанными въ тринадцатой главѣ первой книги. И такъ, въ тоже время, какъ земля движется на самой себѣ и вокругъ солнца, ея ось вращенія движется весьма медленно около полюсовъ эклиптики, совершая весьма малыя колебанія, періодъ которыхъ равенъ періоду движенія узловъ лунной орбиты. Впрочемъ, это движеніе не составляетъ исключительной особенности земли: мы видѣли въ четвертой главѣ первой книги, что ось луны движется въ тотъ же періодъ вокругъ полюсовъ эклиптики.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

О ЗАКОНАХЪ ДВИЖЕНІЯ ПЛАНЕТЪ ВОКРУГЪ СОЛНЦА И О ФИГУРѢ ИХЪ ОРБИТЪ.

Ничего не могло бы быть легче какъ, на основаніи вышеприведенныхъ данныхъ, вычислить положеніе планетъ для даннаго момента, если бы движенія ихъ вокругъ солнца были однообразны и совершались по круговой линіи; но они подвержены весьма чувствительнымъ неравенствамъ, которыхъ законы составляютъ одинъ изъ важнѣйшихъ предметовъ астрономіи, и единственную путеводную нить, могущую привести насъ къ общему началу небесныхъ движеній. Для того, чтобы сыскать эти законы въ кажущихся явленіяхъ планетъ, должно освободить ихъ движенія отъ вліянія движенія земнаго и отнести къ солнцу ихъ положенія, замѣченныя съ разныхъ точекъ земной орбиты. Слѣдовательно, прежде всего нужно опредѣлить измѣренія этой орбиты и законъ движенія земли.

Во второй главѣ первой книги, мы видѣли, что видимая орбита солнца представляетъ эллипсъ, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится земной центръ; но такъ какъ въ дѣйствительности солнце неподвижно, то нужно помѣстить его въ фокусъ эллипса, а землю на окружность послѣдняго. Движеніе солнца останется тоже; а для того чтобы получить положеніе земли видимое изъ центра солнца, достаточно увеличить положеніе этого свѣтила на два прямыхъ угла.

Мы видѣли еще, что солнце, по видимому, движется въ своей орбитѣ, такъ что радіусъ-векторъ, соединяющій его центръ съ центромъ земли, описываетъ вокругъ послѣдней площади пропорціональныя временамъ; но въ дѣйствитель-

ности, эти площади описываются вокругъ солнца. Вообще, все сказанное нами въ вышеупомянутой главѣ — объ эксцентрицитетѣ солнечной орбиты и его измѣненіяхъ, о положеніи и движеніи ея перигея — должно быть приложено къ земной орбитѣ, замѣтивъ только, что перигей земли отстоитъ на два прямыхъ угла отъ солнечнаго.

Узнавъ, такимъ образомъ, фигуру земной орбиты, посмотримъ какъ опредѣляются фигуры всѣхъ другихъ планетныхъ орбитъ. Возьмемъ, для примѣра, планету Марсъ, которая, по большому эксцентрицитету своей орбиты и по близости къ землѣ, весьма способна къ открытію законовъ планетныхъ движеній.

Орбита Марса и его движеніе вокругъ солнца будутъ извѣстны, когда мы, для даннаго мгновенія, имѣемъ уголъ, составляемый его радіусомъ векторомъ съ неизмѣнною прямою проходящею чрезъ центръ солнца, и длину этого радіуса. Чтобы упростить эту задачу, избираютъ положенія Марса, въ которыхъ одно изъ этихъ количествъ является отдѣльно; а это весьма приблизительно случается въ противустояніяхъ, въ которыхъ эта планета соотвѣтствуетъ той же точкѣ эклиптики, къ которой бы мы отнесли ее изъ центра солнца. Вслѣдствіе различія движеній Марса и земли, первый соотвѣтствуетъ различнымъ точкамъ неба въ своихъ послѣдовательныхъ противустояніяхъ; поэтому, сравнивая между собою большое число наблюденныхъ противустояній, можно открыть законъ существующій между временемъ и угловымъ движеніемъ Марса вокругъ солнца, движеніемъ которое называется *эліоцентрическимъ*. Анализъ представляетъ для этой цѣли различныя методы, которыя упрощаются, въ настоящемъ случаѣ, соображеніемъ, что главныя неравенства Марса, возвращаясь при каждомъ изъ его звѣздныхъ обращеній, могутъ быть выражены въ своей общности весьма сходящимся рядомъ синусовъ многократныхъ угловъ его движенія; рядомъ, котораго коэффиціенты легко опредѣляются помощію нѣсколькихъ избранныхъ наблюденій.

Затѣмъ законъ радіуса вектора Марса получится изъ сравненія наблюденій этой планеты около ея квадратуръ, гдѣ этотъ радіусъ представляется подъ наибольшимъ угломъ. Въ треугольникѣ, образованномъ прямыми, соединяющими центры земли, солнца и Марса, наблюденіе прямо даетъ уголъ у земли; законъ эліоцентрическаго движенія Марса даетъ уголъ у солнца, а радіусъ векторъ Марса выводится въ частяхъ земнаго, который, въ свою очередь, получается въ частяхъ средняго разстоянія земли отъ солнца. Сравненіе большаго числа такимъ образомъ опредѣленныхъ радіусовъ векторовъ покажетъ законъ ихъ измѣненій, соотвѣтствующихъ угламъ ими образуемымъ съ неизмѣнною прямою. Тогда можно будетъ начертать фигуру орбиты.

Почти подобною методою Кеплеръ открылъ продолговатость орбиты Марса. У него родилась счастливая мысль сравнить фигуру этой орбиты съ эллипсомъ, помѣстивъ солнце въ одномъ изъ фокусовъ: наблюденія Тихона, съ точностію представляемыя въ ипотезѣ эллиптической орбиты, не оставили никакого сомнѣнія въ истинѣ этой ипотезы.

Перигеліемъ называется оконечность большой оси, ближайшая къ солнцу, а *афеліемъ* противуположная оконечность, т. е. наиболѣе отъ него удаленная. Наибольшая угловая скорость Марса бываетъ въ перигеліѣ: потомъ она уменьшается, по мѣрѣ того какъ радіусъ векторъ увеличивается, и становится наименьшею въ афеліѣ. Сравнивая эту скорость съ степенями радіуса вектора, мы

найдемъ, что она обратно пропорціональна его квадрату, такъ что произведеніе помноженія суточнаго эліоцентрическаго движенія Марса на квадратъ его радіуса вектора будетъ всегда одинаково. Это произведеніе будетъ вдвое болѣе малаго сектора, ежедневно описываемаго этимъ радіусомъ вокругъ солнца. Слѣдовательно, площадь имъ описываемая, начиная отъ неизмѣнной линіи проходящей чрезъ центръ солнца, возрастаетъ какъ число дней протекшихъ отъ эпохи пребыванія планеты на этой линіи. Такимъ образомъ, площади описанныя радіусомъ векторомъ Марса пропорціональны временамъ.

Эти, открытые Кеплеромъ, законы движенія Марса, будучи одинаковы съ законами кажущагося движенія солнца, развитыми во второй главѣ первой книги, существуютъ и относительно земли. Весьма естественно было распространить ихъ и на другія планеты; такъ что Кеплеръ установилъ два слѣдующихъ основныхъ закона движенія этихъ тѣлъ, подтвержденные всѣми наблюденіями.

«Орбиты планетъ суть эллипсы въ одномъ изъ фокусовъ которыхъ находится центръ солнца».

«Площади, описанныя радіусами векторами планетъ, вокругъ этого центра, пропорціональны временамъ, употребленнымъ для ихъ описанія».

Этихъ законовъ достаточно для опредѣленія движенія планетъ вокругъ солнца. Но, для каждой изъ нихъ, необходимо знать семь величинъ, называемыхъ *элементами эллиптическаго движенія.* Пять изъ этихъ элементовъ, относящихся къ движенію по эллипсу суть:

1) Время звѣзднаго обращенія;

2) Большая полуось орбиты, или среднее разстояніе планеты отъ солнца;

3) Эксцентрицитетъ: откуда происходитъ наибольшее уравненіе центра;

4) Средняя долгота планеты въ данную эпоху;

5) Долгота перигелія въ ту же эпоху.

Два остальные элемента, относящіеся къ положенію орбиты, суть:

1) Долгота, въ данную эпоху, узловъ орбиты или точекъ ея пересѣченія съ плоскостію, которую обыкновенно предполагаютъ совпадающею съ плоскостію эклиптики.

2) Наклоненіе орбиты къ этой плоскости.

Слѣдовательно, для семи планетъ, извѣстныхъ ранѣе начала текущаго вѣка, нужно опредѣлить 49 элементовъ. Слѣдующая таблица представляетъ всѣ эти элементы для начала нашего столѣтія, т. е. для полночи 1 января 1801 года, по среднему парижскому времени.

Эта таблица намъ показываетъ, что времена обращеній планетъ возрастаютъ съ ихъ средними разстояніями отъ солнца. Кеплеръ долгое время отыскивалъ отношеніе между этими временами и разстояніями и, послѣ семнадцатилѣтнихъ послѣдовательныхъ усилій, дознаъ наконецъ, что квадраты временъ обращенія планетъ относятся между собою какъ кубы большихъ осей ихъ орбитъ.

Таковы законы планетныхъ движеній, основные законы давшіе астрономіи новый видъ и приведшіе къ открытію всемірнаго тяготѣнія.

Планетные эллипсы не остаются неизмѣнными: ихъ большія оси кажется всегда остаются одинаковыми, но ихъ эксцентрицитеты, ихъ наклоненія къ постоянной плоскости, положенія ихъ узловъ и ихъ перигеліевъ, подвержены измѣненіямъ, которыя донынѣ, кажется, возрастаютъ пропорціонально временамъ. Такъ какъ эти измѣненія дѣла-

ются довольно чувствительными только въ теченіе вѣковъ, то ихъ назвали *вѣковыми неравенствами*. Ихъ существованіе не подвержено никакому сомнѣнію; но новѣйшія наблюденія не обнимаютъ еще достаточнаго промежутка времени, а древніе недостаточно точны, чтобы съ надлежащею вѣрностію опредѣлить эти неравенства.

Замѣчаютъ еще періодическія неравенства возмущающія эллиптическія движенія планетъ. Они нѣсколько измѣняютъ эллиптическое движеніе земли, потому что, какъ мы видѣли выше, они дѣйствуютъ такимъ образомъ на кажущееся эллиптическое движеніе солнца. Но эти неравенства преимущественно чувствительны въ двухъ большихъ планетахъ — Юпитерѣ и Сатурнѣ. Сравнивая новѣйшія наблюденія съ древними, астрономы замѣтили уменьшеніе во времени обращенія Юпитера и увеличеніе въ таковомъ же Сатурна. Новѣйшія наблюденія, сравненныя между собою, даютъ противный результатъ, что по видимому указываетъ, въ движеніи этихъ планетъ, на большія неравенства съ весьма продолжительными періодами. Въ минувшемъ вѣкѣ, время обращенія Сатурна казалось различнымъ, смотря по точкамъ орбиты, отъ которыхъ считали путь планеты: ея возвращенія были быстрѣе въ весеннее равноденствіе, чѣмъ въ осеннее. Наконецъ, Юпитеръ и Сатурнъ претерпѣваютъ неравенства, достигающія нѣсколькихъ минутъ и, по видимому, зависящія отъ положенія этихъ планетъ, какъ между собою, такъ и относительно ихъ перигеліевъ.

Такимъ образомъ, все указываетъ, что въ солнечной системѣ, независимо отъ главной причины, заставляющей двигаться планеты по эллиптическимъ орбитамъ вокругъ солнца, существуютъ еще особенныя причины, возмущающія ихъ движенія и, съ теченіемъ времени, видоизмѣняющія элементы ихъ эллипсовъ.

ТАБЛИЦА

ЭЛЛИПТИЧЕСКАГО ДВИЖЕНІЯ ПЛАНЕТЪ.

Времена звѣздныхъ обращеній планетъ.

Меркурій.........	87 дней, 9692580
Венера..........	224, » 7007869
Земля...........	365, » 2563835
Марсъ...........	686, » 9796458
Юпитеръ.........	4332, » 5848212
Сатурнъ.........	10759, » 2198174
Уранъ...........	30686, » 8208296 (*).

Большія полуоси орбитъ или среднія разстоянія.

Меркурій..............	0,3870981
Венера................	0,7233316
Земля.................	1,0000000
Марсъ.................	1,5236923
Юпитеръ...............	5,2027769
Сатурнъ...............	9,5387861
Уранъ.................	19,182390 (**).

Отношеніе эксцентрицитета къ большой полуоси, въ началѣ 1801 года.

Меркурій..............	0,20551494
Венера................	0,00686074
Земля.................	0,01683518
Марсъ.................	0,0933070
Юпитеръ...............	0,0481621

(*) Для Нептуна этотъ элементъ равняется 164 годамъ 225 днямъ или 60126 среднихъ солнечныхъ дней. Этотъ періодъ извѣстенъ далеко не съ тою точностію какъ для другихъ планетъ. Должно еще замѣтить, что всѣ числа, приведенныя здѣсь для Нептуна, относятся къ эпохѣ 3 сентября 1852 года. *Прим. перев.*

(**) Нептунова большая полуось равна 30,03628. *Прим. перев.*

Сатурнъ...............	0,0561505
Уранъ................	0,0466108 (*).

Средняя долгота для полуночи раздѣляющей 31 декабря 1800 г. отъ 1 января 1801 г., по сред. парижск. времени.

Меркурій..............	182°,15647
Венера................	11, 93259
Земля.................	111, 28179
Марсъ.................	71, 24071
Юпитеръ...............	124, 68251
Сатурнъ...............	150, 35354
Уранъ.................	197,55589

Средняя долгота перигелія, въ ту же эпоху.

Меркурій..............	82°,6256
Венера................	143, 0349
Земля.................	110, 5571
Марсъ.................	369, 3323
Юпитеръ...............	12, 3810
Сатурнъ...............	99, 0647
Уранъ.................	186, 1500

Наклоненіе орбиты къ эклиптикѣ, въ началѣ 1801 года.

Меркурій..............	7°,78058
Венера................	3, 76807
Земля.................	0, 00000
Марсъ.................	2, 05746
Юпитеръ...............	1, 46029
Сатурнъ...............	2, 77029
Уранъ.................	0, 86063 (**).

(*) Для Нептуна 0,00872. *Прим. перев.*

(**) Для Нептуна 1°,98111 (по принятому Лапласомъ дѣленію окружности на 400°). *Прим. перев.*

Долгота восходящаго узла, въ началѣ 1801 года.

Меркурій..............	51°,0651
Венера................	83°,2262
Земля.................	0, 0000
Марсъ.................	53, 3344
Юпитеръ...............	109, 3762
Сатурнъ...............	124, 3819
Уранъ.................	81, 1035 (*).

Элементы четырехъ малыхъ новооткрытыхъ планетъ неопредѣлены еще съ точностію: время ихъ наблюденій еще не довольно продолжительно. Впрочемъ, значительныя возмущенія ими претерпѣваемыя еще не опредѣлены. Вотъ эллиптическіе элементы доселѣ удовлетворяющіе наблюденіямъ, которыя однакожъ должно считать только первою попыткою теоріи этихъ планетъ (Ч).

Времена звѣздныхъ обращеній.

Церера................	1681дн.,3931
Паллада...............	1686, 5388
Юнона.................	1592, 6608
Веста.................	1325, 7431

Большія полуоси орбитъ.

Церера................	2,767245
Паллада...............	2,772886
Юнона.................	2,669009
Веста.................	2,36787

Отношеніе эксцентрицитета къ большой полуоси.

Цирера................	0,078439
Паллада...............	0,241648

(*) Для Нептуна 144°,6080 (принимая тоже Лапласово дѣленіе). *Прим. перев.*

Юнона	0,257848
Веста	0,089130

Средняя долгота, въ началѣ 1820 года.

Церера	136°,8461
Паллада	120, 3422
Юнона	222, 3989
Веста	309, 2917

Долгота перигелія въ ту же эпоху.

Церера	163°,4727
Паллада	134, 5754
Юнона	59, 5142
Веста	277, 2853

Наклоненіе орбиты къ эклиптикѣ.

Церера	11°,8044
Паллада	38, 4244
Юнона	14, 5215
Веста	7, 9287

Долгота восходящаго узла въ началѣ 1810 года.

Церера	87°,6557
Паллада	191, 8416
Юнона	190, 1421
Веста	114, 6908

ГЛАВА ПЯТАЯ.

О ФИГУРѢ КОМЕТНЫХЪ ОРБИТЪ И О ЗАКОНАХЪ ДВИЖЕНІЯ КОМЕТЪ ВОКРУГЪ СОЛНЦА.

Такъ какъ солнце находится въ фокусѣ планетныхъ орбитъ, то естественно предположить, что оно находится

также въ фокусѣ орбитъ кометныхъ. Но кометы исчезаютъ, проблиставъ на небѣ не долѣе нѣсколькихъ мѣсяцевъ; а ихъ орбиты, противно планетнымъ близкимъ къ круговой линіи, весьма вытянуты, такъ что солнце весьма близко къ той ихъ части, въ которой бываетъ видима комета. Эллипсъ, измѣняющійся отъ круга до параболы, можетъ представить эти различныя орбиты. Поэтому, аналогія побуждаетъ насъ предположить движеніекометъ по эллипсамъ, въ одномъ изъ фокусовъ которыхъ находится солнце, и подчинить это движеніе тѣмъ же законамъ, по которымъ движутся планеты, такъ что площади, описываемыя радіусами векторами кометъ, пропорціональны временамъ.

Почти невозможно узнать время обращенія кометы и, слѣдовательно, большую ось ея орбиты, помощію наблюденій одного изъ ея появленій; слѣдовательно, нельзя съ точностію опредѣлить площади, описываемой ея радіусомъ векторомъ въ данное время. Но, должно принять въ соображеніе, что малая часть эллипса, описанная кометою во время ея появленія, можетъ быть смѣшана съ параболою и, такимъ образомъ, можно вычислить движеніе кометы въ этотъ промежутокъ, какъ будто оно было параболическое.

По законамъ Кеплера, секторы, описанные въ одинаковыя времена радіусами-векторами двухъ планетъ, относятся между собою, какъ поверхности ихъ эллипсовъ, раздѣленныя на времена ихъ обращеній; а квадраты этихъ временъ относятся между собою, какъ кубы большихъ полуосей. Изъ этого легко заключить, что если вообразить планету движущуюся по круговой орбитѣ, которой радіусъ будетъ равенъ разстоянію перигелія кометы, то секторъ, описанный радіусомъ-векторомъ этой кометы, будетъ относиться къ соотвѣтствующему сектору, описан-

ному радіусомъ-векторомъ планеты, какъ квадратный корень разстоянія афелія кометы относится къ квадратному корню большой полуоси ея орбиты: отношеніе, которое, при переходѣ эллипса въ параболу, равняется отношенію квадратнаго корня двухъ къ единицѣ. Такимъ образомъ получается отношеніе сектора кометы къ сектору воображаемой планеты. Изъ предъидущаго, не трудно получить отношеніе этого сектора къ тому, который въ то же время описывается радіусомъ-векторомъ земли. Такимъ образомъ можно опредѣлить, для даннаго мгновенія, начиная отъ момента прохожденія кометы чрезъ перигелій, площадь, описанную ея радіусомъ-векторомъ, и обозначить ея положеніе на параболѣ, которую она, по нашему предположенію, описываетъ.

Изъ наблюденій нужно только извлечь элементы параболическаго движенія, то есть, разстояніе перигелія кометы въ частяхъ средняго разстоянія солнца отъ земли, положеніе перигелія, моментъ прохожденія чрезъ перигелій, наклоненіе орбиты къ эклиптикѣ и положеніе ея узловъ. Отысканіе этихъ пяти элементовъ представляетъ гораздо большія трудности, чѣмъ для планетъ, которыя, будучи постоянно видимы, могутъ быть наблюдаемы въ самыхъ благопріятныхъ положеніяхъ для опредѣленія этихъ элементовъ; тогда какъ кометы являются только на весьма короткое время и почти всегда въ обстоятельствахъ, при которыхъ ихъ кажущееся движеніе осложнено дѣйствительнымъ движеніемъ земли, которое мы переносимъ на нихъ въ противуположномъ направленіи. Несмотря на эти трудности, различными методами достигли до опредѣленія элементовъ кометныхъ орбитъ. Для этого достаточно трехъ полныхъ наблюденій: остальныя же служатъ только для подтвержденія точности этихъ элементовъ и истины изложенной нами теоріи. Болѣе ста кометъ, которыхъ многочисленныя наблюденія въ точности представляются этою теоріею, не позволяютъ въ ней сомнѣваться. Поэтому, кометы, долгое время считавшіяся метеорами, представляютъ свѣтила, подобныя планетамъ. Ихъ движенія и возвращенія управляются тѣми же законами, какъ и планетныя движенія.

Замѣтимъ здѣсь, какимъ образомъ истинная система природы все болѣе и болѣе подтверждается, по мѣрѣ собственнаго развитія. Простота небесныхъ явленій, при предположеніи движенія земли, сравниваемая съ ихъ чрезвычайною сложностію, при допущеніи ея неподвижности, дѣлаетъ первое изъ этихъ предположеній весьма вѣроятнымъ. Законы эллиптическихъ движеній, общіе тогда планетамъ и землѣ, сильно увеличиваютъ эту вѣроятность, которая еще болѣе возрастаетъ соображеніемъ движенія кометъ, повинующихся тѣмъ же законамъ.

Послѣднія свѣтила не движутся всѣ по одинаковому направленію, какъ планеты. У однихъ, дѣйствительное движеніе прямое, у другихъ — обратное. Наклоненія ихъ орбитъ не заключается въ тѣсномъ поясѣ, подобно орбитамъ планетнымъ: онѣ представляютъ всѣ видоизмѣненія наклоненій, отъ орбиты лежащей въ плоскости эклиптики, до орбиты къ ней перпендикулярной.

Комета, при ея возвращеніи, узнается по сходству элементовъ ея орбиты съ подобными же элементами прежде являвшейся кометы. Если разстояніе перигелія, положеніе перигелія и узловъ и наклоненіе орбиты у обѣихъ кометъ (новой и старой) весьма приблизительно одинаковы, то весьма вѣроятно, что вновь явившаяся комета тожественна съ наблюденною въ прежнее время: значитъ, упомянутое свѣтило, удалившись на разстояніе, при которомъ оно сдѣлалось невидимымъ, вновь возвращается къ части своей орбиты, близкой къ солнцу.

Такъ какъ времена обращенія кометъ весьма продолжительны и эти свѣтила наблюдаются съ нѣкоторымъ тщаніемъ только въ теченіе двухъ послѣднихъ вѣковъ, то намъ извѣстны съ достовѣрностію времена обращенія только двухъ кометъ (*). Одна изъ нихъ, комета 1759 года, была уже наблюдаема въ 1682, 1607 и 1531 годахъ. Она употребляетъ около 76 лѣтъ для возвращенія къ своему перигелію; такъ что, взявъ за единицу среднее разстояніе солнца отъ земли, большая ось этой кометы будетъ приблизительно равна 35,9; а такъ какъ разстояніе ея перигелія не превышаетъ 0,58, то она удаляется отъ солнца по крайней мѣрѣ въ 35 разъ болѣе земли, пробѣгая свой весьма эксцентрическій эллипсъ. Ея возвращеніе къ перигелію было, отъ 1531 до 1607 года, тринадцатью мѣсяцами дольше, чѣмъ отъ 1607 до 1682, а въ этотъ послѣдній промежутокъ восемнадцатью мѣсяцами короче, чѣмъ отъ 1682 до 1759. Поэтому кажется, что причины, подобныя тѣмъ, которыя измѣняютъ эллиптическое движеніе планеты, возмущаютъ таковое же кометное еще чувствительнѣйшимъ образомъ (Ш).

Орбита кометы, наблюденной въ 1818 году, представила элементы такъ похожія на элементы кометы являвшейся въ 1805 году, что изъ этого заключили о тожественности обоихъ свѣтилъ. Это дало бы, для обращенія кометы, короткій періодъ въ 13 лѣтъ, если только въ промежутокъ этого времени комета не возвращалась къ своему перигелію. Но Энке, изъ тщательнаго изслѣдованія многочисленныхъ наблюденій этого свѣтила, сдѣланныхъ въ 1818 и 1819 годахъ, дознаЛъ, что его обращеніе весьма приблизительно равняется 1203 днямъ. Изъ этого онъ заключилъ, что комета должна была возвратиться въ 1822 году, и, для облегченія наблюдателямъ способовъ ея отысканія, вычислилъ будущія ея положенія для каждаго дня ближайшаго ея возвращенія. Южныя склоненія кометы въ то возвращеніе дѣлали наблюденія ея въ Европѣ почти невозможными. Къ счастію, ее нашелъ Рюмкеръ, искусный наблюдатель, привлеченный въ Новую Голландію ботанибейскимъ губернаторомъ, генераломъ Брисбаномъ; послѣдній, самъ отличный наблюдатель, принималъ въ успѣхахъ астрономіи самое дѣятельное и просвѣщенное участіе. Рюмкеръ наблюдалъ комету ежедневно, съ 2-го до 23-го іюня 1822 года, и его наблюденія такъ хорошо согласуются съ предварительными вычисленіями Энке, что не должно оставаться никакого сомнѣнія въ отношеніи возвращенія кометы, предсказаннаго г. Энке (*).

Туманность, которою почти всегда окружены эти кометы, образуется, повидимому, изъ паровъ, поднимаемыхъ съ ихъ поверхности солнечнымъ жаромъ (Щ). Въ самомъ дѣлѣ, понятно, что большой жаръ, претерпѣваемый кометами около ихъ перигелія, долженъ разрѣдить вещества сгущенныя холодомъ въ афеліѣ. Упомянутый жаръ чрезвычаенъ для кометъ, которыхъ разстояніе перигелія весьма мало. Комета 1680 года, въ своемъ перигеліѣ, была въ

(*) По напечатаніи пятаго изданія этой книги, въ 1825 году, третья комета, усмотрѣнная въ первый разъ въ 1772 году, а потомъ въ 1805 году, признана періодическою въ 1826 году Гамбаромъ и Ганзеномъ. Эта комета совершаетъ свое обращеніе въ $6^3/_4$ лѣтъ: она была вновь наблюдаема въ 1832 году и возвратится опять въ 1839.

(Примѣчаніе Э. Бувара къ VI изданію французскаго текста этой книги, изданію, съ котораго сдѣланъ лежащій предъ читателемъ переводъ).

Буваръ говоритъ здѣсь о періодической кометѣ, извѣстной у насъ подъ именемъ *кометы Бѣлы*. Какъ объ этой, такъ и о другихъ позже открытыхъ періодическихъ кометахъ, мы подробнѣе распространимся въ особомъ прибавленіи. *Прим. переводч.*

(*) О кометѣ Энке или Понса подробнѣе сказано въ *особомъ прибавленіи*, о которомъ мы выше упомянули.

Прим. переводч.

166 разъ ближе къ солнцу, чѣмъ земля, и слѣдовательно должна была подвергаться жару въ 27500 разъ большему чѣмъ жаръ сообщаемый солнцемъ землѣ, если только, какъ все заставляетъ думать, теплота солнца пропорціональна напряженію его свѣта. Упомянутый жаръ несравненно выше того, который мы можемъ произвести на землѣ нашими средствами, и долженъ бы былъ, по всей вѣроятности, превратить въ пары большую часть земныхъ веществъ.

Наблюдая кометы въ сильные телескопы и въ обстоятельствахъ, при которыхъ мы должны бы видѣть только часть ихъ освѣщеннаго полушарія, въ нихъ не открывается фазисовъ. Только Гевелію и Лаиру (La Hire), кажется, удалось замѣтить ихъ въ кометѣ 1682 года (Ъ). Мы увидимъ впослѣдствіи, что массы кометъ чрезвычайно малы, слѣдовательно поперечники ихъ дисковъ должны быть почти нечувствительны; а то, что называютъ ихъ *ядромъ*, по всему вѣроятію, составлено большею частію изъ наиболѣе плотныхъ слоевъ окружающей ихъ туманности (Ы). Такъ, помощію весьма сильныхъ телескоповъ, Гершель успѣлъ усмотрѣть, въ ядрѣ кометы 1811 года, блестящую точку, которую онъ съ основаніемъ принялъ за самый дискъ кометы. Эти слои чрезвычайно рѣдки, потому что иногда видѣли сквозь нихъ звѣзды.

Хвосты, влекомые кометами, состоятъ, кажется, изъ самыхъ летучихъ частичекъ, поднятыхъ съ ихъ поверхности теплотою солнца и отталкиваемыхъ безпрерывно его лучами. Это выводится изъ направленія сихъ столбовъ пара, находящихся всегда на сторонѣ кометнаго ядра противуположной солнцу: хвосты возрастаютъ по мѣрѣ приближенія кометъ къ дневному свѣтилу и достигаютъ наибольшей величины послѣ прохожденія чрезъ перигелій. Чрезвычайная тонкость частичекъ, умножая

отношеніе поверхностей къ массамъ, толчекъ солнечныхъ лучей можетъ сдѣлаться чувствительнымъ и даже заставить тогда почти каждую частичку описывать иперболическую орбиту, тогда какъ солнце будетъ находиться въ одномъ изъ фокусовъ соотвѣтствующей совокупной иперболы. Рядъ частичекъ, движимыхъ по этимъ кривымъ отъ ядра кометы, составляетъ свѣтлую полосу, противуположную солнцу и немного наклоненную въ сторону, которую комета покидаетъ, подвигаясь въ своей орбитѣ. Въ самомъ дѣлѣ, наблюденіе намъ это показываетъ.

Быстрота, съ которою эти хвосты увеличиваются, можетъ дать понятіе о скорости восхожденія ихъ частичекъ. Понятно, что различія въ летучести, объемѣ и плотности частичекъ должны производить значительныя измѣненія въ кривыхъ ими описываемыхъ; чрезъ это происходятъ большія разности въ формѣ, длинѣ и ширинѣ кометныхъ хвостовъ. Если соединить эти дѣйствія съ могущими проистекать изъ вращательнаго движенія этихъ свѣтилъ и съ иллюзіями годичнаго параллакса, то можно усмотрѣть причину странныхъ явленій, представляемыхъ намъ ихъ туманностями и хвостами (Ь).

Не смотря на то, что размѣры кометныхъ хвостовъ измѣряются милліонами миріаметровъ (*), свѣтъ звѣздъ, наблюдаемыхъ сквозь ихъ толщу, не ослабляется чувствительнымъ образомъ. Слѣдовательно эти хвосты должны состоять изъ чрезвычайно разрѣженной матеріи, а масса ихъ вѣроятно менѣе массы самыхъ малыхъ земныхъ горъ (Ѣ). Въ такихъ обстоятельствахъ встрѣча кометнаго хвоста съ землею не произведетъ никакого замѣтнаго дѣйствія. Весьма вѣроятно земля неоднократно проходила сквозь хвосты кометъ, вовсе не замѣчая того (Э).

Состояніе атмосферы имѣетъ значительное вліяніе на

(*) Миріаметръ около десяти верстъ.

видимую длину и ширину кометныхъ хвостовъ. Между тропиками они являются въ большихъ размѣрахъ, чѣмъ въ нашихъ климатахъ. По словамъ Пянгрè (Pingré), онъ видѣлъ, какъ звѣзда, казавшаяся въ хвостѣ кометы 1769 года, въ нѣсколько мгновеній отдалилась отъ него. Но это явленіе было вѣроятно иллюзіею, причиненною легкими облаками нашей атмосферы, достаточно густыми для того, чтобы заслонить слабый свѣтъ хвоста и довольно рѣдкими для того, чтобы не препятствовать видимости гораздо сильнѣйшаго свѣта звѣзды. Невозможно приписать частичкамъ паровъ изъ которыхъ состоятъ эти хвосты столь быстрыхъ колебаній, обширность которыхъ превосходитъ милліонъ миріаметровъ.

Такъ какъ летучія вещества кометы уменьшаются при каждомъ ея возвращеніи къ перигелію, то, послѣ нѣсколькихъ такихъ возвратовъ, они должны совершенно разсѣяться въ пространствѣ и комета останется при одномъ неизмѣнномъ ядрѣ. Это должно случиться скорѣе съ кометами имѣющими кратчайшее обращеніе. Можно догадываться, что комета 1682 года, совершающая обращеніе въ 76 лѣтъ, и единственная въ которой до сихъ поръ подозрѣвали фазисы, приближается къ такому состоянію неизмѣняемости. Если ядро сдѣлается слишкомъ малымъ для того чтобы оставаться замѣтнымъ, или если летучія частицы, остающіяся на поверхности, находятся въ слишкомъ маломъ количествѣ для образованія своимъ испареніемъ замѣтной головы кометы, то это свѣтило сдѣлается не всегда невидимымъ. Можетъ быть, по этой-то причинѣ, новыя появленія прежнихъ кометъ такъ рѣдки? Можетъ быть, та же причина, скрыла для насъ комету 1770 года, которая въ теченіе своего явленія описывала эллипсъ, по которому обращеніе совершалось въ пять съ половиною лѣтъ? Если бы эта комета продолжала его описывать, то

съ этой эпохи она, по крайней мѣрѣ, уже семь разъ возвратилась къ своему перигелію (*). Наконецъ, можетъ быть, по этой же причинѣ, нѣкоторыя кометы, за которыми можно было слѣдить въ небѣ помощію элементовъ ихъ орбитъ, скрылись ранѣе, чѣмъ того должно было ожидать (Ю).

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

О ЗАКОНАХЪ ДВИЖЕНІЯ СПУТНИКОВЪ ВОКРУГЪ ИХЪ ПЛАНЕТЪ.

Въ шестой главѣ первой книги, мы изложили законы движенія спутника земли. Намъ остается еще познакомиться съ движеніями спутниковъ Юпитера, Сатурна и Урана.

Если взять за единицу экваторіальный полупоперечникъ Юпитера, предположенный въ 56″,702, при среднемъ разстояніи планеты отъ солнца, то среднія разстоянія спутниковъ отъ его центра и времена ихъ звѣздныхъ обращеній будетъ:

Среднія разстоянія:

I спутника............	6,04853
II »	9,62347
III »	15,35024
IV »	26,99835

Времена обращеній.

I спутника.......	1дн.,769137788148
II »	3, 551181017849

(*) Число — *семь* разъ очевидно относится къ той эпохѣ, въ которую писалъ Лапласъ эту книгу. *Прим. перев.*

III спутника 7, 154552783970
IV » 16, 688769707084

Времена синодическихъ обращеній спутниковъ, или промежутки возвращеній ихъ къ среднимъ соединеніямъ съ Юпитеромъ, легко могутъ быть выведены изъ временъ ихъ звѣздныхъ обращеній и времени обращенія Юпитера. Сравнивая ихъ среднія разстоянія съ временами ихъ обращеній, замѣчаютъ между ними тоже прекрасное отношеніе, которое, какъ мы видѣли, существуетъ между временами обращеній планетъ и ихъ средними разстояніями отъ солнца; т. е. что квадраты временъ звѣздныхъ обращеній спутниковъ относятся между собою какъ кубы ихъ среднихъ разстояній отъ центра Юпитера.

Частыя затмѣнія спутниковъ доставили астрономамъ средство слѣдовать за ихъ движеніями съ точностію которой нельзя ожидать отъ наблюденія ихъ угловыхъ разстояній отъ Юпитера. Помощію этихъ затмѣній выведены слѣдующіе результаты:

Эллиптичность орбиты перваго спутника нечувствительна. Плоскость ея весьма приблизительно совпадаетъ съ плоскостію Юпитерова экватора, которая наклонена къ орбитѣ этой планеты на 4°,4352.

Эллиптичность орбиты втораго спутника также почти нечувствительна. Ея наклоненіе къ орбитѣ Юпитера непостоянно, также какъ и положеніе ея узловъ. Всѣ эти измѣненія представляются приблизительно, предположивъ орбиту спутника наклоненною около 5152″ къ экватору планеты и придавая ея узламъ на этой плоскости обратное движеніе съ періодомъ въ 30 юліанскихъ годовъ.

Въ орбитѣ третьяго спутника замѣчается небольшая эллиптичность. Оконечность ея большой оси, ближайшая къ Юпитеру, называется *періовіемъ* и имѣетъ прямое, хотя и измѣняющееся движеніе; эксцентрицитетъ орбиты также подверженъ весьма чувствительнымъ измѣненіямъ. Въ концѣ XVI вѣка уравненіе центра было наибольшее и простиралось приблизительно до 2458″; потомъ оно уменьшилось и, около 1777 года, достигло наименьшей величины, составляющей около 949″.

Наклоненіе орбиты третьяго спутника къ юпитеровой и положеніе ея узловъ непостоянны. Эти измѣненія могутъ быть приблизительно представлены, если предположить орбиту наклоненною около 2284″ къ юпитерову экватору, и придавая ея узламъ попятное движеніе на плоскости этого экватора, въ періодъ 142 лѣтъ. Однакожъ, астрономы, опредѣлявшіе, затмѣніями третьяго спутника, наклоненіе экватора Юпитера къ плоскости его орбиты, находили его постоянно отъ девяти до десяти минутъ меньшимъ, чѣмъ помощію затмѣній перваго и втораго спутниковъ.

Орбита четвертаго спутника имѣетъ весьма чувствительную эллиптичность: ея періовій имѣетъ годичное прямое движеніе около 7959″. Эта орбита наклонена къ Юпитеровой около 2°,7. Вслѣдствіе этого наклоненія, четвертый спутникъ часто проходитъ позади планеты, относительно солнца, и притомъ не затмѣваясь. Со времени открытія спутниковъ до 1760 года, наклоненіе казалось постояннымъ и годичное движеніе узловъ на орбитѣ Юпитера было прямое, равняясь 788″. Но, съ 1760 года, наклоненіе увеличилось, а движеніе узловъ уменьшилось въ замѣтныхъ размѣрахъ.

Мы возвратимся ко всѣмъ этимъ измѣненіямъ, когда будемъ развивать ихъ причину.

Независимо отъ этихъ измѣненій, спутники подвержены неравенствамъ, возмущающимъ ихъ эллиптическія движенія и чрезвычайно осложняющимъ ихъ теорію. Неравен-

ства эти особенно чувствительны въ первыхъ трехъ спутникахъ, которыхъ движенія представляютъ весьма замѣчательныя отношенія.

Сравнивая времена ихъ обращеній, мы находимъ, что время обращенія перваго спутника составляетъ около половины времени обращенія втораго, а послѣднее почти равняется половинѣ времени обращенія третьяго. Такимъ образомъ среднія угловыя движенія этихъ трехъ спутниковъ слѣдуютъ приблизительно половинной прогрессіи. Если бы они слѣдовали ей въ точности, то среднее движеніе перваго спутника, сложенное съ два раза взятымъ третьяго, въ точности было бы равно трижды взятому среднему движенію втораго спутника. Но это равенство несравненно болѣе приближено чѣмъ самая прогрессія, такъ что можно принять его за точное и приписать погрѣшностямъ наблюденій весьма малыя величины, на которыя оно уклоняется отъ строгой точности. По крайней мѣрѣ, можно утверждать, что оно будетъ существовать въ теченіе долгаго ряда вѣковъ.

Не менѣе замѣчательный результатъ, даваемый наблюденіями съ подобною же точностію, состоитъ въ томъ, что, со времени открытія спутниковъ, средняя долгота перваго, безъ трижды взятой втораго, сложенная съ дважды взятою третьяго, разнилась отъ двухъ прямыхъ угловъ только почти нечувствительною величиною.

Оба эти результата существуютъ равномѣрно между средними движеніями и средними синодическими долготами. Синодическое движеніе спутника составляетъ избытокъ его звѣзднаго движенія надъ планетнымъ: если, въ предыдущихъ результатахъ, замѣнить звѣздныя движенія синодическими, среднее движеніе Юпитера исчезнетъ и упомянутые результаты останутся тѣже. Отсюда слѣдуетъ, что, по крайней мѣрѣ, въ теченіе бо́льшаго числа лѣтъ

отъ нашего времени, три первые спутника Юпитера не будутъ находиться въ затмѣніи одновременно; но въ одновременныхъ затмѣніяхъ втораго и третьяго спутниковъ, первый будетъ всегда въ соединеніи съ Юпитеромъ; онъ же будетъ всегда въ противустояніи въ одновременныя затмѣнія солнца, производимыя на Юпитерѣ другими двумя спутниками.

Періоды и законы главныхъ неравенствъ этихъ спутниковъ одинаковы. Неравенство перваго ускоряетъ или замедляетъ его затмѣнія на 223″,5 во времени, въ его *максимумѣ*. Сравнивая ходъ этого неравенства съ взаимными положеніями двухъ первыхъ спутниковъ, нашли, что оно исчезаетъ, когда эти спутники видимые изъ центра Юпитера находятся, въ тоже время, въ противустояніи съ солнцемъ; что оно потомъ возрастаетъ и становится наибольшимъ, когда первый спутникъ, въ моментъ своего противустоянія, будетъ на 50° впереди втораго; что оно вновь становится равнымъ нулю, когда первый спутникъ будетъ на 100° впереди; далѣе, оно принимаетъ противный знакъ и замедляетъ затмѣнія, и увеличивается до 150° разстоянія между спутниками, гдѣ оно будетъ въ своемъ отрицательномъ *максимумѣ*; что оно потомъ уменьшается и исчезаетъ при 200° разстоянія; наконецъ, что, во второй половинѣ окружности, оно слѣдуетъ тѣмъ же законамъ какъ и въ первой. Изъ этого заключили, что, въ движеніи перваго спутника вокругъ Юпитера, существуетъ неравенство въ 5050″,6 градуса, въ его *максимумѣ*, пропорціональное синусу вдвойнѣ взятаго избытка средней долготы перваго спутника надъ таковою же втораго, избытка, равняющагося разности среднихъ синодическихъ долготъ обоихъ спутниковъ.

Періодъ этого неравенства не составляетъ четырехъ дней. Мы теперь объяснимъ, какимъ образомъ въ затмѣ-

ніяхъ перваго спутника онъ превращается въ періодъ 437$^{дн.}$6592.

Предположимъ, что первый и второй спрутники начинаютъ двигаться вмѣстѣ отъ ихъ среднихъ противустояній съ солнцемъ. При каждой окружности, описанной первымъ спутникомъ вслѣдствіе его средняго синодическаго движенія, онъ будетъ въ среднемъ своемъ противустояніи. Если представить себѣ воображаемое свѣтило, котораго угловое движеніе будетъ равно избытку средняго синодическаго движенія перваго спутника надъ вдвойнѣ взятымъ такимъ же движеніемъ втораго; тогда удвоенная разность среднихъ синодическихъ движеній обоихъ спутниковъ будетъ, въ затмѣніяхъ перваго, равна кратному окружности + движенію воображаемаго свѣтила. Слѣдовательно, синусъ послѣдняго движенія будетъ пропорціоналенъ неравенству перваго спутника въ его затмѣніяхъ и можетъ его представлять. Его періодъ равенъ времени обращенія воображаемаго свѣтила, которое (время), по среднимъ синодическимъ движеніямъ обоихъ спутниковъ, будетъ 437$^{дн.}$6592. Такимъ образомъ, оно опредѣлится съ бо́льшею точностію чѣмъ прямымъ наблюденіемъ.

Неравенство втораго спутника слѣдуетъ подобному же закону, какъ и неравенство перваго, съ тою только разницею, что оно всегда имѣетъ противный знакъ. Оно ускоряетъ или замедляетъ затмѣнія на 1059″2 во времени, въ своемъ *максимумѣ*. Сравнивая его съ соотвѣтствующими положеніями обоихъ спутниковъ, замѣчаютъ, что оно исчезаетъ, когда они бываютъ вмѣстѣ въ противустояніи съ солнцемъ; что оно, потомъ, болѣе и болѣе замедляетъ затмѣнія втораго, до тѣхъ поръ, пока оба спутника удалятся другъ отъ друга на сто градусовъ, въ моментъ этихъ явленій; что это замедленіе уменьшается и вновь исчезаетъ, когда взаимное разстояніе обоихъ спутниковъ будетъ въ двѣсти градусовъ; наконецъ, что, за этимъ предѣломъ, затмѣнія ускоряются точно такимъ же образомъ, какъ они прежде замедлялись.

Изъ этихъ наблюденій заключили, что въ движеніи втораго спутника существуетъ неравенство въ 11920″,7 градуса въ его *максимумѣ*, которое пропорціонально, съ противнымъ знакомъ, синусу избытка средней долготы перваго спутника надъ таковою же втораго: этотъ избытокъ равенъ разности среднихъ синодическихъ движеній обоихъ спутниковъ.

Если оба спутника начнутъ одновременно двигаться отъ ихъ средняго противустоянія солнцу, то второй будетъ въ среднемъ своемъ противустояніи, при каждой окружности, описанной имъ въ слѣдствіе его средняго синодическаго движенія. Если, подобно предъидущему, вообразимъ себѣ свѣтило, котораго угловое движеніе будетъ равно избытку средняго синодическаго движенія перваго спутника надъ вдвойнѣ взятымъ таковымъ же движеніемъ втораго; то разность среднихъ синодическихъ движеній обоихъ спутниковъ будетъ, въ затмѣніяхъ втораго, равна кратному окружности + движенію воображаемаго свѣтила. Тогда неравенство втораго спутника, въ его затмѣніяхъ, будетъ пропорціонально синусу движенія того воображаемаго свѣтила.

Отсюда видна причина, почему періодъ и законъ этого неравенства одинаковы съ тѣми, которые мы вывели для неравенства перваго спутника.

Вліяніе перваго спутника на неравенство втораго весьма вѣроятно. Но если третій спутникъ производитъ, въ движеніи перваго, неравенство подобное тому, которое второй повидимому производитъ въ движеніи перваго, то есть, пропорціональное синусу вдвойнѣ взятой разности среднихъ долготъ втораго и третьяго спутниковъ; то это

новое неравенство смѣшается съ тѣмъ, которое происходитъ отъ перваго спутника, ибо, вслѣдствіе изъясненнаго выше отношенія между средними долготами трехъ первыхъ спутниковъ, разность среднихъ долготъ двухъ первыхъ спутниковъ равна полуокружности + вдвойнѣ взятой разности среднихъ долготъ втораго и третьяго спутниковъ, такъ что синусъ первой разности будетъ одинаковъ съ синусомъ вдвойнѣ взятой второй разности, но только съ противнымъ знакомъ. Неравенство, произведенное третьимъ спутникомъ въ движеніи втораго будетъ, такимъ образомъ, имѣть одинаковый знакъ и слѣдовать тому же закону, какъ и неравенство, наблюденное въ этомъ движеніи. Поэтому, весьма вѣроятно, что это неравенство есть результатъ двухъ неравенствъ, зависящихъ отъ перваго и третьяго спутника.

Если, въ послѣдствіи вѣковъ, предшествующее отношеніе между средними долготами этихъ трехъ спутниковъ прекратится, эти два неравенства, нынѣ соединенныя, разъединятся, и можно будетъ, посредствомъ наблюденій, опредѣлить величину каждаго изъ нихъ отдѣльно. Но мы уже видѣли, что это отношеніе должно существовать весьма долгое время, и мы увидимъ въ четвертой книгѣ, что оно въ строгости вѣрно.

Наконецъ, неравенство, относящееся къ третьему спутнику, въ его затмѣніяхъ, сравненное съ соотвѣтственными положеніями втораго и третьяго, представляетъ тѣже отношенія, какъ и неравенство втораго, сравненное съ соотвѣтственными положеніями первыхъ двухъ спутниковъ. Слѣдовательно, въ движеніи третьяго спутника существуетъ неравенство, пропорціональное синусу избытка средней долготы втораго спутника надъ таковою же третьяго, неравенство, которое въ своемъ *максимумѣ* доходитъ до 808″ градуса. Если вообразить свѣтило, котораго угловое движеніе было бы равно избытку средняго синодическаго движенія втораго спутника надъ вдвойнѣ взятымъ среднимъ синодическимъ движеніемъ третьяго; то неравенство третьяго спутника, въ его затмѣніяхъ, будетъ пропорціонально синусу движенія воображаемаго свѣтила; а вслѣдствіе отношенія, существующаго между средними долготами трехъ спутниковъ, синусъ этого движенія, за исключеніемъ знака, одинаковъ съ синусомъ движенія перваго разсмотрѣннаго нами воображаемаго свѣтила. Итакъ, неравенство третьяго спутника, въ его затмѣніяхъ, имѣетъ тотъ же періодъ и слѣдуетъ тѣмъ же законамъ, какъ и неравенства первыхъ двухъ спутниковъ.

Таковъ, для первыхъ трехъ юпитеровыхъ спутниковъ, ходъ главныхъ неравенствъ, впервые усмотрѣнныхъ Брэдлеемъ и выясненныхъ потомъ Варгентиномъ. Ихъ соотвѣтственность, вмѣстѣ съ соотвѣтственностью среднихъ движеній и среднихъ долготъ этихъ спутниковъ, образуютъ кажется, особую систему изъ этихъ трехъ тѣлъ, по всему вѣроятію движимыхъ общими силами, источниками ихъ общихъ взаимныхъ отношеній.

Изслѣдуемъ теперь спутниковъ Сатурна.

Если мы возьмемъ за единицу экваторіальный полупоперечникъ этой планеты, видимый въ среднемъ ея разстояніи отъ солнца и предположенный въ 25″, то среднія разстоянія спутниковъ отъ его центра и времена ихъ звѣздныхъ обращеній будутъ (*):

Среднія разстоянія:

I 3,351
II 4,300

(*) Въ то время, какъ Лапласъ писалъ свое «Изложеніе системы міра», извѣстно было у Сатурна только семь спутниковъ. Восьмой открытъ въ новѣйшее время (Я). *Прим. переводч.*

III	5,284
IV	6,819
V	9,524
VI	22,081
VII	64,359

Времена обращеній:

I	0дн,94271
II	1 ,37024
III	1 ,88780
IV	2 ,73948
V	4 ,51749
VI	15 ,94530
VII	79 ,32960

Сравнивая времена обращеній спутниковъ съ ихъ средними разстояніями отъ центра Сатурна, мы вновь находимъ прекрасное отношеніе, открытое Кеплеромъ относительно планетъ, и которое, какъ мы видѣли, существуетъ также въ системѣ юпитеровыхъ спутниковъ, именно, что квадраты временъ обращеній спутниковъ Сатурна относятся между собою какъ кубы ихъ среднихъ разстояній отъ центра этой планеты.

Большое отдаленіе сатурновыхъ спутниковъ и трудность наблюдать ихъ положеніе, не позволили замѣтить эллиптичности въ ихъ орбитахъ и, тѣмъ менѣе, неравенствъ въ ихъ движеніяхъ. Впрочемъ, эллиптичность орбиты шестаго спутника чувствительна.

Наконецъ, упомянемъ объ урановыхъ спутникахъ.

Взявъ за единицу видимый полудіаметръ Урана, предположенный въ 6″, при среднемъ разстояніи планеты отъ солнца, среднія разстоянія спутниковъ отъ его центра и времена ихъ звѣздныхъ обращеній, по наблюденіямъ сэра Уйльяма Гершеля, будутъ:

Среднія разстоянія:

I	13,120
II	17,022
III	19,845
IV	22,752
V	45,507
VI	91,008

Времена обращеній:

I	5дн.,8926
II	8 ,7068
III	10 ,9611
IV	13 ,4559
V	38 ,0750
VI	107,6944

Эти времена, за исключеніемъ втораго и четвертаго спутниковъ, выведены изъ наблюденій ихъ отклоненій и изъ закона, по которому квадраты временъ обращеній спутниковъ относятся между собою какъ кубы ихъ среднихъ разстояній отъ центра планеты. Этотъ законъ подтвержденъ наблюденіями для втораго и четвертаго спутниковъ, единственныхъ изъ понынѣ хорошо извѣстныхъ; такъ что онъ долженъ быть принятъ за общій законъ движенія системы тѣла, обращающихся вокругъ общаго имъ фокуса (Θ).

Теперь спросимъ: какія главныя силы удерживаютъ планеты, спутниковъ и кометы въ ихъ соотвѣтственныхъ орбитахъ? Какія особенныя силы возмущаютъ ихъ эллиптическія движенія? По какой причинѣ отступаютъ равноденствія и движутся оси вращенія земли и луны? Наконецъ, какими силами морскія воды поднимаются дважды въ сутки? Предположеніе одного начала, отъ котораго зависѣли бы всѣ эти законы, было бы достойно простоты и величія природы. Общность законовъ, пред-

ставляемыхъ небесными движеніями, кажется указываетъ на существованіе такого единственнаго начала: оно уже усматривается въ отношеніяхъ упомянутыхъ явленій къ соотвѣтственнымъ положеніямъ тѣлъ солнечной системы. Но, чтобы показать существованіе этого начала съ очевидностію, необходимо узнать законы движенія матеріи.

КНИГА ТРЕТЬЯ.

О законахъ движенія.

At nunc per maria ac terras sublimaque coeli,
Multa modis multis, varia ratione moveri
Cernimus ante oculos.
Lucret. lib. I.

Среди безконечнаго разнообразія явленій, безпрерывно слѣдующихъ одно за другимъ въ небесахъ и на землѣ, намъ удалось открыть небольшое число общихъ законовъ, которымъ слѣдуетъ матерія въ своихъ движеніяхъ. Все имъ повинуется въ природѣ; все происходитъ отъ нихъ также неизбѣжно какъ и возвращеніе временъ года; и кривая, описанная легкимъ атомомъ, который какъ бы случайно носится вѣтрами, направлена столь же точно какъ и орбиты планетъ. Важность этихъ законовъ, отъ которыхъ мы непрерывно зависимъ, должна была возбуждать любопытство во всѣ времена; но, по равнодушію, слишкомъ обыкновенному для ума человѣческаго, эти законы оставались неизвѣстными до начала XVII вѣка, до эпохи, въ которую Галилей, своими прекрасными открытіями относительно паденія тѣлъ, положилъ первыя основаніи науки о движеніи. Слѣдуя по его стопамъ, геометры привели наконецъ всю механику къ общимъ формуламъ, которыя оставляютъ намъ желать только усовершенствованія анализа.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

О СИЛАХЪ, ИХЪ СОВОКУПЛЕНІИ И О РАВНОВѢСІИ МАТЕРІАЛЬНОЙ ТОЧКИ.

Тѣло кажется намъ движущимся, когда оно перемѣняетъ свое положеніе относительно системы тѣлъ, которую мы полагаемъ въ покоѣ. Такъ, на кораблѣ движущемся однообразно, тѣла кажутся намъ въ движеніи, когда они послѣдовательно соотвѣтствуютъ различнымъ его частямъ. Это движеніе только относительное, ибо корабль движется по морской поверхности, которая вращается вокругъ оси земли, центръ коей въ свою очередь обращается вокругъ солнца, а послѣднее уносится въ пространствѣ вмѣстѣ съ землею и планетами. Чтобы представить себѣ предѣлъ этихъ движеній и дойти, наконецъ, до постоянныхъ точекъ, отъ которыхъ бы можно считать безусловное движеніе тѣлъ, воображаютъ пространство безпредѣльное, неподвижное и проницаемое для матеріи. Къ дѣйствительнымъ или воображаемымъ частямъ этого пространства мысленно относятъ положеніе тѣлъ и представляютъ ихъ себѣ въ движеніи, когда они послѣдовательно соотвѣтствуютъ различнымъ мѣстамъ этого пространства.

Сущность особеннаго видоизмѣненія, вслѣдствіе котораго тѣло переносится съ одного мѣста на другое, не извѣстна и навсегда останется для насъ скрытою. Она обозначается названіемъ *силы*, и мы можемъ опредѣлить только ея дѣйствія и законъ этихъ дѣйствій.

Вліяніе силы, дѣйствующей на матеріальную точку, заключается въ приведеніи этой точки въ движеніе, если ничто тому не сопротивляется. Направленіе силы есть

прямая по которой заставляютъ двигаться точку. Очевидно, если двѣ силы дѣйствуютъ по одному направленію, то онѣ совокупляются или слагаются одна съ другою; а если онѣ дѣйствуютъ по противуположнымъ направленіямъ, точка движется только вслѣдствіе ихъ разности, такъ что она останется въ покоѣ, если силы будутъ равны между собою.

Если направленія двухъ силъ составляютъ между собою какой либо уголъ, то происходящая отъ того сила приметъ среднее направленіе. Простая геометрія уже доказываетъ, что если, отъ точки сложенія силъ, взять на ихъ направленіяхъ прямыя для ихъ изображенія, и потомъ составить на этихъ прямыхъ параллелограмъ, то діагональ его представитъ направленіе и величину *производной* или происшедшей отъ сложенія силы.

Вмѣсто двухъ совокупныхъ силъ можно поставить ихъ слагающую; и, взаимно, можно, вмѣсто какой либо силы, взять двѣ другихъ, которыхъ первая была бы слагающею: такимъ образомъ, можно разложить силу на двѣ другія, параллельныя двумъ осямъ, перпендикулярнымъ между собою и находящимся въ плоскости, проходящей чрезъ ихъ направленіе. Для этого достаточно провести, чрезъ первую оконечность прямой представляющей эту силу, двѣ линіи параллельныя тѣмъ осямъ и образовать на этихъ линіяхъ прямоугольникъ, котораго бы та прямая была діагональю. Два бока прямоугольника представятъ силы, на которыя можетъ разложиться данная, параллельно осямъ.

Если сила наклонена къ данной плоскости положенія, то взявъ, на ея направленіи, отъ точки гдѣ она встрѣчается съ плоскостію, линію ее изображающую, перпендикуляръ, опущенный изъ оконечности этой линіи на плоскость, будетъ первоначальною силою, разложенною перпендикулярно той плоскости. Прямая, проведенная въ пло-

скости и соединяющая силу съ перпендикуляромъ, будетъ силою разложенною параллельно плоскости. Эта вторая частная сила можетъ, въ свою очередь, разложиться на двѣ другія параллельныя двумъ осямъ, лежащимъ въ плоскости и перпендикулярнымъ одна къ другой. Такимъ образомъ, всякая сила можетъ быть разложена на три, параллельныя къ тремъ перпендикулярнымъ между собою осямъ.

Отсюда раждается простой способъ получать слагающую произвольнаго числа силъ, дѣйствующихъ на матеріальную точку; ибо, разлагая каждую изъ силъ на три параллельныя тремъ даннымъ осямъ положенія и перпендикулярныя между собою, будетъ ясно, что всѣ силы параллельныя одной и той же оси приводятся къ одной, равной суммѣ дѣйствующихъ по одному направленію, вычтя сумму дѣйствующихъ по направленію противуположному. Такимъ образомъ, точка будетъ толкаема тремя перпендикулярными между собою силами; если взять на каждомъ изъ ихъ направленій, начиная отъ точки совокупленія, три прямыя, тѣ силы представляющія; и если, потомъ, на этихъ прямыхъ построить прямоугольный параллелепипедъ, то діагональ этого тѣла представитъ, въ количествѣ и направленіи, слагающую всѣхъ силъ дѣйствующихъ на точку.

Каковы бы ни были — число, величина и направленіе этихъ силъ, если какимъ либо образомъ измѣнять безконечно мало положеніе точки, то произведеніе помноженія слагающей на количество, которымъ точка подвигается по ея направленію, будетъ равно суммѣ произведеній каждой силы на соотвѣтствующее количество. Количество, которымъ точка подвигается по направленію силы, есть проекція прямой соединяющей оба положенія точки на направленіи силы. Это количество должно быть взято

отрицательно, если точка подвигается по направленію противуположному.

Въ состояніи равновѣсія, слагающая всѣхъ силъ равна нулю, если точка свободна. Если же она несвободна, слагающая должна быть перпендикулярна къ поверхности или къ кривой, на которой точка утверждена. Тогда, измѣняя безконечно мало положеніе точки, произведеніе помноженія слагающей на количество, которымъ точка подвигается по ея направленію, будетъ равно нулю. Это произведеніе будетъ, такимъ образомъ, вообще равно нулю, какъ при предположеніи свободной точки, такъ и въ случаѣ, если мы вообразимъ ее утвержденною на кривой или на поверхности. И такъ, во всякомъ случаѣ, когда равновѣсіе имѣетъ мѣсто, сумма произведеній помноженія каждой силы на количество, которымъ точка подвигается по ея направленію, измѣняя безконечно мало свое положеніе, будетъ равно нулю. Равновѣсіе существуетъ, если это условіе выполнено.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

О ДВИЖЕНІИ МАТЕРІАЛЬНОЙ ТОЧКИ.

Точка, находящаяся въ покоѣ, не можетъ сама собою придти въ движеніе, потому что не заключаетъ въ себѣ причины двигаться по одному какому либо направленію преимущественно предъ другими. Когда она будетъ побуждена какою либо силою и за тѣмъ оставлена собственному произволу, то должна постоянно двигаться равномѣрно, по направленію той силы, если не встрѣтитъ никакого сопротивленія; то есть, въ каждое мгновеніе, сила и

направленіе ея движенія будутъ одинаковы. Это стремленіе матеріи, сохранять свое состояніе движенія или покоя, называется *инерціею* или *самонедѣятельностію* и представляетъ первый законъ движенія тѣлъ.

Направленіе движенія по прямой линіи очевидно слѣдуетъ изъ того, что нѣтъ никакой причины для уклоненія точки, въ ту или другую сторону, отъ ея первоначальнаго направленія; но равномѣрность ея движенія не такъ очевидно. Такъ какъ сущность движущей силы неизвѣстна, то невозможно знать *à priori*, должна ли эта сила сохраняться безпрерывно? Правда, такъ какъ тѣло не въ состояніи сообщить себѣ никакого движенія, то оно равномѣрно не въ состояніи и видоизмѣнить уже полученнаго имъ; такъ что законъ инерціи будетъ, по крайней мѣрѣ, самый простой и естественный изъ всѣхъ, которые можно вообразить. Онъ, впрочемъ, подтверждается и опытомъ. Въ самомъ дѣлѣ, мы замѣчаемъ на землѣ, что движенія бываютъ продолжительнѣе, по мѣрѣ уменьшенія встрѣчаемыхъ ими препятствій: поэтому, мы приходимъ къ мысли, что, безъ этихъ препятствій, движенія продолжились бы вѣчно. Но инерція матеріи преимущественно замѣтна въ небесныхъ движеніяхъ, которыя, въ теченіе большаго количества вѣковъ, не испытали чувствительныхъ измѣненій. Поэтому, мы считаемъ инерцію однимъ изъ законовъ природы, и если мы замѣчаемъ измѣненіе въ движеніи какого либо тѣла, то предполагаемъ, что это измѣненіе зависитъ отъ дѣйствія посторонней причины.

Въ равномѣрномъ движеніи, пройденныя пространства пропорціональны временамъ; но время, употребленное для прохожденія опредѣленнаго пространства, бываетъ болѣе или менѣе продолжительно, смотря по величинѣ движущей силы. Эта разность породила идею о скорости, которая, въ равномѣрномъ движеніи, представляетъ отношеніе

пространства ко времени употребленному для его прохожденія. Чтобы не сравнивать между собою разнородныхъ количествъ, каковы время и пространство, берутъ промежутокъ времени, напримѣръ, одну секунду за единицу времени; подобнымъ же образомъ, выбираютъ единицу пространства, напримѣръ, метръ: тогда пространство и время сдѣлаются отвлеченными числами, выражающими сколько въ нихъ заключается единицъ своего рода, и тогда ихъ можно сравнивать между собою. Такимъ образомъ, скорость сдѣлается отношеніемъ двухъ отвлеченныхъ чиселъ, и ея единицею будетъ скорость тѣла, проходящаго одинъ метръ въ одну секунду. Приводя, такимъ образомъ, пространство, время и скорость, къ отвлеченнымъ числамъ, мы находимъ, что пространство равно произведенію скорости, помноженной на время, которое, слѣдовательно, равно пространству раздѣленному на скорость.

Такъ какъ сила познается только помощію пространства, которое она заставляетъ проходить въ опредѣленное время, то естественно было принять это пространство ея мѣриломъ. Но это предполагаетъ, что нѣсколько силъ, дѣйствуя на тѣло одновременно и по одному направленію, заставляютъ это тѣло проходить, въ единицу времени, пространство равное суммѣ тѣхъ пространствъ, которыя каждая изъ нихъ заставила бы пройти отдѣльно: или, другими словами, что сила пропорціональна скорости. И этого мы не можемъ узнать *à priori*, вслѣдствіе незнанія сущности движущей силы. Слѣдовательно, и по этому предмету, должно прибѣгнуть къ опыту; потому что все несоставляющее необходимаго слѣдствія малочисленныхъ данныхъ, которыя мы имѣемъ о сущности вещей, должно быть для насъ только результатомъ наблюденія.

Сила можетъ быть выражена безконечностью функцій скорости, не представляющихъ противурѣчій. Такъ, на-

примѣръ, можно предположить ее пропорціональною квадрату скорости. Въ этой гипотезѣ легко опредѣлить движеніе точки, побуждаемой произвольнымъ числомъ силъ, которыхъ скорости извѣстны; ибо, если на направленіяхъ этихъ силъ, начиная отъ ихъ совокупленія, взять прямыя, для представленія скоростей, которыя бы они сообщили отдѣльно матеріальной точкѣ; и если, на этихъ же направленіяхъ, начиная отъ того же совокупленія, опредѣлить новыя прямыя, которыя относились бы между собою какъ квадраты первыхъ; то эти прямыя могутъ представлять самыя силы. Потомъ, совокупляя ихъ по вышесказанному, получимъ направленіе слагающей, вмѣстѣ съ прямою, ее изображающею.

Изъ предъидущаго видно, какимъ образомъ можно опредѣлить движеніе точки, какова бы ни была функція скорости, выражающая силу. Между всѣми математически возможными функціями поищемъ ту, которая дѣйствительно имѣетъ мѣсто въ природѣ.

Мы наблюдаемъ на землѣ, что тѣло, побуждаемое какою либо силою, движется одинаково, каковъ бы ни былъ уголъ, составляемый направленіемъ этой силы съ направленіемъ движенія, общаго тѣлу и части земной поверхности которой оно соотвѣтствуетъ. Небольшая разность въ этомъ отношеніи, весьма чувствительно измѣнила бы продолжительность качаній маятника, смотря по положенію вертикальной плоскости, въ которой совершаются качанія; а опытъ показалъ, что во всѣхъ вертикальныхъ плоскостяхъ эта продолжительность одинакова. На кораблѣ, котораго движеніе равномѣрно, подвижное тѣло, подверженное дѣйствію пружины, тяжести или всякой другой силы, движется, относительно частей корабля, всегда одинаково, не смотря на его скорость и направленіе. Поэтому, можно установить общимъ закономъ небесныхъ

движеній, что если въ системѣ тѣлъ подверженныхъ общему движенію, сообщить которому либо изъ нихъ произвольную силу; то его относительное или кажущееся движеніе будетъ одинаково, не смотря на общее движеніе системы и на уголъ, составляемый ея направленіемъ съ направленіемъ сообщенной произвольной силы.

Пропорціональность силы къ скорости выводится изъ этого закона, если предположить его совершенно точнымъ; потому что, если вообразить два тѣла, движущіяся по одной прямой, съ равными скоростями, и сообщить одному изъ нихъ силу, прибавляющуюся къ первой, скорость его, относительно другаго тѣла, будетъ таже, какъ если бы оба тѣла были первоначально въ покоѣ: очевидно, что пространство, пройденное тѣломъ вслѣдствіе его первоначальной силы, вмѣстѣ съ силою къ ней прибавленною, будетъ тогда равно суммѣ пространствъ, которыя каждое изъ нихъ прошло бы въ то же время. Это предполагаетъ силу пропорціональною скорости.

И обратно: если сила пропорціональна скорости, относительныя движенія системы тѣлъ, возбужденныя произвольными силами, будутъ одинаковы, не смотря на ихъ общее движеніе, потому что это движеніе, разложенное на три параллельныя къ тремъ постояннымъ осямъ, увеличиваетъ одинаковымъ количествомъ частныя скорости каждаго тѣла, параллельно этимъ осямъ; а какъ относительная скорость зависитъ только отъ разности тѣхъ частныхъ скоростей, то она будетъ одинакова, каково бы ни было движеніе общее всѣмъ тѣламъ. Слѣдовательно, невозможно судить о безусловномъ (абсолютномъ) движеніи системы, въ которой заключаемся, по кажущимся движеніямъ въ ней наблюдаемымъ. Этотъ законъ, невѣдѣніе котораго замедлило познаніе истинной системы міра, характеризуется еще трудностію судить объ относительныхъ

движеніяхъ тѣлъ, бросаемыхъ надъ поверхностію земли, уносимой двойнымъ движеніемъ вращенія вокругъ собственной оси и обращенія вокругъ солнца.

Но, принимая въ соображеніе чрезвычайную малость самыхъ значительныхъ движеній, которыя мы можемъ сообщить тѣламъ, сравнительно съ движеніемъ уносящей ихъ земли; для того, чтобы сдѣлать кажущееся движеніе системы тѣлъ независимымъ отъ направленія того движенія, достаточно, чтобы небольшое увеличеніе въ силѣ увлекающей землю было, къ соотвѣтствующему увеличенію ея скорости, въ отношеніи этихъ самыхъ количествъ. Такимъ образомъ, наши опыты доказываютъ только дѣйствительность этого отношенія, которое, если бы имѣло мѣсто, то при всякой возможной скорости земли, дало бы законъ скорости пропорціональной силѣ. Оно дало бы также этотъ законъ, если бы функція скорости, выражающая силу, была составлена только изъ одного члена. Слѣдовательно, если бы скорость не была пропорціональна силѣ, то должно бы предположить, что, въ природѣ, функція скорости, выражающая силу, составлена изъ нѣсколькихъ членовъ, что мало вѣроятно. Въ добавокъ, нужно бы еще предположить, что скорость земли въ точности такова, какая приличествуетъ предшествующему отношенію, что совершенно противно всякой вѣроятности. Впрочемъ, скорость земли измѣняется въ различныя времена года: она около $^1/_{30}$ зимою болѣе, чѣмъ лѣтомъ. Это измѣненіе будетъ еще значительнѣе, если, какъ все указываетъ, солнечная система движется въ пространствѣ; ибо, смотря по тому, будетъ ли это поступательное движеніе противно или попутно земному, изъ него должны произойти большія годичныя измѣненія въ безусловномъ движеніи земли; а это должно измѣнить пропорцію, о которой идетъ рѣчь, и отношеніе сообщенной силы къ относительной скорости

ею производимой, если бы эта пропорція и это отношеніе не были бы независимы отъ безусловной скорости.

Всѣ небесныя явленія подтверждаютъ эти доказательства. Скорость свѣта, опредѣленная затмѣніями спутниковъ Юпитера, слагается со скоростію земли, точно какъ въ законѣ пропорціональности силы къ скорости; и всѣ движенія солнечной системы, вычисленныя по этому закону, вполнѣ согласуются съ наблюденіями.

И такъ, вотъ два закона движенія, именно: законъ инерціи и законъ силы пропорціональной скорости, данные наблюденіемъ. Нельзя вообразить ничего проще и естественнѣе; и, безъ сомнѣнія, эти законы изливаются изъ самой сущности матеріи. Но такъ какъ эта сущность намъ неизвѣстна, то эти законы представляются намъ только какъ факты наблюденій, впрочемъ единственные, почерпаемые механикою изъ опыта.

Такъ какъ скорость пропорціональна силѣ, то эти два количества могутъ представляться одно другимъ. Изъ предъидущаго мы получаемъ скорость точки, побуждаемой произвольнымъ числомъ силъ, которыхъ направленія и скорости извѣстны.

Если точка будетъ побуждаема силами, дѣйствующими безпрерывно, то она безпрерывно измѣняющимся движеніемъ опишетъ кривую, которой свойства будутъ зависѣть отъ силъ ее породившихъ. Для опредѣленія этихъ свойствъ, нужно разсмотрѣть кривую въ ея элементахъ, изслѣдовать, какъ они раждаются одинъ изъ другаго и отъ закона возрастанія координатъ вознестись до ихъ конечнаго выраженія. Это именно составляетъ предметъ исчисленія безконечныхъ, котораго счастливое открытіе доставило столько выгодъ механикѣ. Понятно, до какой степени полезно усовершенствованіе этого могучаго рычага ума человѣческаго.

Тяжесть представляетъ намъ обыкновеннѣйшій примѣръ силы дѣйствующей, повидимому, безпрерывно. Правда, мы не знаемъ еще, раздѣлены ли ея послѣдовательныя дѣйствія какими либо нечувствительными промежутками времени; но такъ какъ явленія будутъ весьма приблизительно одинаковы, въ сей часъ высказанной ипотезѣ и въ ипотезѣ безпрерывнаго дѣйствія, то геометры предпочли послѣднюю, какъ удобнѣйшую и простѣйшую. Мы разовьемъ законы этихъ явленій.

Тяжесть, повидимому, дѣйствуетъ одинаково на тѣла, какъ въ покоѣ, такъ и въ движеніи. Тѣло, предоставленное ея дѣйствію, пріобрѣтаетъ, въ первый моментъ, безконечно малую степень скорости; во второй моментъ, новая степень скорости прибавляется къ первой, и такъ далѣе. Слѣдовательно, скорость возрастаетъ вмѣстѣ съ временемъ.

Если вообразимъ прямоугольный треугольникъ, одинъ изъ боковъ котораго представляетъ время и возрастаетъ съ нимъ вмѣстѣ, то другой бокъ можетъ представить скорость. Элементъ поверхности этого треугольника, будучи равенъ произведенію элемента времени на скорость, представитъ элементъ пространства, описываемаго въ слѣдствіе тяжести. Это пространство будетъ такимъ образомъ представлено полною поверхностію треугольника, который возрастая какъ квадратъ одного изъ его боковъ, показываетъ, что въ движеніи ускоренномъ тяжестію, скорости увеличиваются какъ времена; и высоты, съ которыхъ тѣло падаетъ выходя изъ покоя, возрастаютъ какъ квадраты временъ или скоростей. Выразивъ единицею пространство, проходимое падающимъ тѣломъ въ первую секунду, оно пройдетъ четыре единицы въ двѣ секунды; въ три секунды оно опустится на девять единицъ и т. д. Такимъ образомъ, въ первую секунду, тѣло будетъ опускаться на пространства, возрастающія подобно нечетнымъ числамъ 1, 3, 5, 7 и т. д.

Пространство, которое бы прошло тѣло въ теченіе своего паденія, если бы двигалось постоянно съ силою, пріобрѣтенною въ концѣ паденія, было бы произведеніемъ этого времени на скорость тѣла. Это произведеніе вдвое болѣе поверхности треугольника. Такимъ образомъ, тѣло движущееся равномѣрно, вслѣдствіе пріобрѣтенной имъ скорости, прошло бы, въ теченіе времени равнаго времени его паденія, пространство вдвое болѣе имъ пройденнаго.

Отношеніе пріобрѣтенной скорости къ времени, постоянно для одной и той же ускоряющей силы: оно увеличивается или уменьшается смотря по большой или меньшей величинѣ этихъ силъ и, слѣдовательно, можетъ служить для ихъ выраженія. Такъ какъ вдвойнѣ взятое пройденное пространство есть произведеніе помноженія времени на скорость, то ускоряющая сила равна этому двойному пространству, раздѣленному на квадратъ времени. Она еще равна квадрату скорости, раздѣленному на упомянутое двойное пространство. Эти три способа выраженія ускоряющихъ силъ полезны въ различныхъ случаяхъ. Они не даютъ абсолютныхъ величинъ тѣхъ силъ, а только ихъ взаимныя отношенія; но, въ механикѣ, нужны только эти отношенія.

На наклонной плоскости, дѣйствіе тяжести разлагается на два другія дѣйствія: *первое*, перпендикулярное къ плоскости, уничтожается ея сопротивленіемъ; *второе*, параллельное къ плоскости, относится къ первоначальной тяжести, какъ высота плоскости къ ея длинѣ. Слѣдовательно, движеніе ускоряется равномѣрно на наклонныхъ плоскостяхъ, но скорости и пройденныя пространства относятся къ скоростямъ и пройденнымъ въ тоже время по вертикальному направленію пространствамъ, какъ высота пло-

скости къ ея длинѣ. Отсюда слѣдуетъ, что всѣ хорды круга, сходящіяся у одной изъ оконечностей его вертикальнаго поперечника, описываются дѣйствіемъ тяжести въ одно время съ его діаметромъ.

Тѣло, брошенное по произвольной прямой, безпрерывно отъ нея удаляется, описывая вогнутую къ горизонту кривую, которой та прямая будетъ первою касательною. Движеніе тѣла, отнесенное къ этой прямой вертикальными линіями, будетъ равномѣрно; но оно ускоряется, слѣдуя тѣмъ вертикаламъ, сообразно изложеннымъ выше законамъ. И такъ, возстановленные изъ каждой точки кривой вертикалы, продолженные до первой касательной, будутъ пропорціональны квадратамъ соотвѣтствующихъ частей этой касательной: качество характеризующее параболу. Если сила верженія направлена по самому вертикалу, то парабола совпадаетъ съ нимъ. Такимъ образомъ, формулы параболическаго движенія обнимаютъ ускоренныя или укосненныя по вертикалу движенія.

Таковы законы паденія тѣлъ, открытые Галилеемъ. Въ наше время кажется нетруднымъ дойти до нихъ; но такъ какъ они, не смотря на явленія ихъ безпрерывно воспроизводящія, ускользали отъ изслѣдованій философовъ, то, кажется, необходимъ былъ рѣдкій геній для ихъ отысканія среди упомянутыхъ явленій.

Мы видѣли въ первой книгѣ, что матеріальная точка, привѣшенная къ оконечности прямой линіи, не имѣющей массы и утвержденной другимъ своимъ концемъ, составляетъ простой маятникъ. Этотъ маятникъ, выведенный изъ вертикальнаго направленія, стремится тяжестію своею возвратиться къ нему, и это стремленіе весьма приблизительно пропорціонально упомянутому уклоненію, если оно незначительно. Вообразимъ два маятника одинаковой длины, выходящіе изъ вертикальнаго положенія въ одинъ

и тотъ же моментъ, съ весьма малыми скоростями. Въ началѣ втораго момента, равнаго первому, скорости укоснятся пропорціонально описаннымъ дугамъ, а, слѣдовательно, и первоначальнымъ скоростямъ; такъ что дуги, описанныя въ этотъ моментъ, опять будутъ пропорціональны тѣмъ скоростямъ. Тоже самое будетъ и въ отношеніи къ дугамъ, описаннымъ въ третій, четвертый и т. д. моменты. И такъ, въ каждый моментъ, скорости и дуги измѣряемыя отъ вертикала, будутъ пропорціональны первоначальнымъ скоростямъ; слѣдовательно, маятники придутъ къ состоянію покоя въ одинъ и тотъ же моментъ. Потомъ они возвратятся къ вертикалу движеніемъ ускореннымъ по тѣмъ же законамъ, по которымъ скорость ихъ укоснялась, и они придутъ туда опять въ одинъ и тотъ же моментъ и съ своими первоначальными скоростями. Подобнымъ же образомъ они совершаютъ качаніе по другой сторонѣ вертикала и продолжали бы свои качанія безконечно, если бы не встрѣчали препятствій. Очевидно, что объемъ ихъ качаній пропорціоналенъ ихъ первоначальной скорости; но продолжительность этихъ качаній одинакова и, слѣдовательно независима отъ ихъ величины. Такъ какъ сила ускоряющая или замедляющая маятникъ не будетъ въ точности пропорціональна дугѣ, измѣряемой отъ вертикала, то этотъ изохронизмъ только приблизителенъ относительно малыхъ качаній тяжелаго тѣла, движимаго по кругу. Онъ будетъ строго точенъ въ кривой, на которой тяжесть, разложенная параллельно касательной, пропорціональна дугѣ, считаемой съ низшей точки, что непосредственно даетъ ея дифференціальное уравненіе. Гюйгенсъ, примѣнившій маятникъ къ стѣннымъ часамъ, любопытствовалъ узнать эту кривую и способъ описанія ея маятникомъ. Онъ нашелъ, что это циклоида, помѣщенная вертикально, такъ что ея вершина будетъ низшею точкою;

а чтобы описать ее тѣломъ, привѣшеннымъ къ оконечности нерастягивающейся нити, достаточно утвердить другую оконечность въ общемъ основаніи двухъ циклоидъ равныхъ тѣмъ, которыя хотятъ описывать, и помѣщенныхъ вертикально въ противуположномъ направленіи, такъ что нить, совершая колебанія, облекаетъ попремѣнно каждую изъ этихъ кривыхъ. Какъ ни остроумны эти изысканія, опытъ заставилъ предпочесть круговой маятникъ, какъ простѣйшій и представляющій точность достаточную даже для астрономіи. Но теорія линій развертки или эволютъ (développées) ими порожденная, сдѣлалась весьма важною по ея приложеніямъ къ системѣ міра.

Продолжительность весьма малыхъ качаній круговаго маятника относится къ времени, употребляемому тяжелымъ тѣломъ для паденія съ высоты равной двойной длинѣ маятника, какъ полуокружность относится къ діаметру. Поэтому, время паденія вдоль малой дуги, оканчивающейся вертикальнымъ діаметромъ, относится къ времени паденія вдоль этого діаметра (или, что все равно, по хордѣ дуги), какъ четверть окружности относится къ діаметру. Слѣдовательно, прямая, проведенная между двумя данными точками, не будетъ линіею скорѣйшаго паденія отъ одной къ другой. Изысканія такой линіи возбудили любопытство геометровъ; и они нашли, что это циклоида, начало которой находится въ высшей точкѣ.

Длина простаго маятника бьющаго секунды относится къ двойной высотѣ, съ которой тяжесть заставляетъ стремиться тѣла въ первую секунду ихъ паденія, какъ квадратъ діаметра относится къ квадрату окружности. Такъ какъ эта длина можетъ быть измѣрена съ большою точностію, то, помощію этой теоремы, мы получимъ время паденія тѣлъ съ опредѣленной высоты гораздо точнѣе, чѣмъ прямыми опытами. Мы видѣли въ первой книгѣ, что

весьма точные опыты показали длину секунднаго маятника въ Парижѣ равною $0^{м.}$,741887; откуда слѣдуетъ, что тяжесть заставляетъ тамъ падать тѣла $3^{м.}$,66107, въ первую секунду. Этотъ переходъ отъ качательнаго движенія, котораго продолжительность можно наблюдать съ большою точностію, къ прямолинейному движенію тѣлъ, составляетъ одно изъ остроумнѣйшихъ замѣчаній Гюйгенса.

Времена весьма малыхъ качаній маятниковъ различной длины, одаренныхъ одинаковой тяжестью, относятся между собою, какъ квадратные корни ихъ длины. Если маятники имѣютъ одинаковую длину и одарены различными тяжестями, то времена ихъ качаній относятся между собою какъ квадратные корни ихъ тяжестей.

Помощію этихъ теоремъ опредѣлены были измѣненія тяжести на земной поверхности и на вершинахъ горъ. Наблюденія маятника также показали, что тяжесть не зависитъ ни отъ фигуры, ни отъ поверхности тѣла, но что она проникаетъ ихъ самыя существенныя части и стремится сообщить имъ въ одинаковыя времена равныя скорости. Чтобы убѣдиться въ этомъ, Ньютонъ приводилъ въ качательное движеніе множество тѣлъ одинаковаго вѣса, но различныхъ по фигурѣ и веществу, помѣщая ихъ внутрь одной и той же поверхности, чтобы сопротивленіе воздуха было одинаково. При всей тщательности и точности этихъ опытовъ, онъ не замѣтилъ чувствительной разницы между длинами простаго секунднаго маятника, выведенными изъ продолжительности качаній тѣхъ тѣлъ; откуда слѣдуетъ, что въ сопротивленіяхъ ими встрѣчаемыхъ, ихъ скорость, пріобрѣтенная дѣйствіемъ тяжести, бываетъ одинакова въ равныя времена.

Въ круговомъ движеніи, мы видимъ другой примѣръ безпрерывно дѣйствующей силы. Такъ какъ движеніе матеріи, предоставленной самой себѣ, равномѣрно и пря-

молинейно, то ясно, что тѣло, движущееся на окружности, безпрерывно стремится удаляться отъ центра по направленiю касательной. Усилiе имъ для того употребляемое называется *центробѣжною силою;* а *центральною* или *центростремительною силою* называютъ всякую силу устремленную къ какому либо центру. Въ круговомъ движенiи, центральная сила равна и прямо противуположна центробѣжной. Она безпрерывно стремится приблизить тѣло къ центру окружности и, въ весьма краткiй промежутокъ времени, дѣйствiе ея измѣряется синусомъ верзусомъ малой описанной дуги.

Помощiю этого результата, можно центробѣжную силу, принадлежащую вращательному движенiю земли на своей оси, сравнить съ тяжестiю. На экваторѣ, вслѣдствiе этого вращенiя, тѣла, въ каждую секунду времени, описываютъ дугу въ 40″,1095 окружности земнаго экватора. Такъ какъ радiусъ этого экватора весьма приблизительно равенъ 6376606 метрамъ, то синусъ верзусъ той дуги будетъ равенъ $0^{м.}$,0126559. Въ теченiе одной секунды тяжесть заставляетъ тѣла падать на экваторѣ $3^{м.}$,64930; поэтому центральная сила, нужная для удержанiя тѣлъ на поверхности земли, и, слѣдовательно, центробѣжная сила, происходящая отъ ея вращенiя, должна относиться къ тяжести на экваторѣ какъ единица къ 288,4. Центробѣжная сила уменьшаетъ тяжесть и тѣла падаютъ на экваторѣ только вслѣдствiе разности между этими двумя силами; почему, центробѣжная сила на экваторѣ весьма приблизительно равна $^1/_{289}$ полной силы тяжести. Если бы вращенiе земли было въ семнадцать разъ быстрѣе, то дуга описанная въ одну секунду на экваторѣ была бы въ 17 разъ болѣе и ея синусъ верзусъ былъ бы значительнѣе въ 289 разъ. Тогда центробѣжная сила сравнялась бы съ силою

тяжести и тѣла перестали бы притягиваться землею на экваторѣ.

Вообще, выраженiе постоянной ускорительной силы, дѣйствующей всегда по одному направленiю, равно двойному пространству, которое она заставляетъ описывать, раздѣленному на квадратъ времени. Всякая ускорительная сила, въ весьма короткiй промежутокъ времени, можетъ быть предположена постоянною и дѣйствующею по тому же направленiю. Впрочемъ, пространство, которое центральная сила заставляетъ описывать въ круговомъ движенiи, есть синусъ верзусъ малой описанной дуги, и этотъ синусъ весьма приблизительно равенъ квадрату дуги, раздѣленному на дiаметръ. Слѣдовательно, выраженiе этой силы будетъ квадратъ описанной дуги, раздѣленный на квадратъ времени и на радiусъ круга. Дуга, раздѣленная на время, будетъ самая скорость тѣла; поэтому, центральная сила и сила центробѣжная будутъ равны квадрату скорости, раздѣленному на радiусъ.

Сблизимъ этотъ результатъ съ найденнымъ прежде, по которому тяжесть равна квадрату прiобрѣтенной скорости, раздѣленному на двойное пространство пройденное по вертикалу. Мы увидимъ, что центробѣжная сила равна тяжести, если быстрота обращающагося тѣла будетъ равна скорости, прiобрѣтенной тяжелымъ тѣломъ, падающимъ съ высоты равной половинѣ радiуса описанной окружности.

Скорости нѣсколькихъ тѣлъ, движущихся кругообразно, равны описываемымъ ими окружностямъ, раздѣленнымъ на времена ихъ обращенiй. Окружности относятся между собою какъ ихъ радiусы; поэтому, квадраты скоростей относятся между собою какъ квадраты радiусовъ, раздѣленные на квадраты тѣхъ временъ. Слѣдовательно, центробѣжныя силы относятся между собою какъ радiусы

окружностей, раздѣленные на квадраты временъ обращеній. Отсюда слѣдуетъ, что на различныхъ земныхъ параллеляхъ, центробѣжная сила, происходящая отъ вращательнаго движенія земли, пропорціональна радіусамъ тѣхъ параллелей.

Эти прекрасныя теоремы, открытыя Гюйгенсомъ, привели Ньютона къ общей теоріи движенія по кривымъ и къ закону всемірнаго тяготѣнія.

Тѣло, описывающее какую либо кривую, стремится удаляться отъ нея по касательной. Всегда можно вообразить кругъ, проходящій чрезъ два смежные элемента кривой и называемый *кругомъ кривизны* (cercle osculateur). Въ два послѣдовательные момента, тѣло движется по окружности этого круга; слѣдовательно, его центробѣжная сила равна квадрату скорости, раздѣленному на радіусъ круга кривизны; но положеніе и величина этого круга безпрерывно измѣняются.

Если кривая описана вслѣдствіе силы, направленной къ постоянной точкѣ, то можно разложить эту силу на двѣ, одну по радіусу прикосновенія, другую по элементу кривой. Первая уравновѣшиваетъ центробѣжную силу; вторая увеличиваетъ или уменьшаетъ скорость тѣла: слѣдовательно эта скорость безпрерывно измѣняется. Но она всегда такова, что *площади, описанныя радіусомъ векторомъ вокругъ центра дѣйствія силы, пропорціональны временамъ. И обратно: если площади, описанныя радіусомъ векторомъ вокругъ постоянной точки, увеличиваются какъ времена, то сила, заставляющая ихъ описывать, постоянно направлена къ этой точкѣ.* Эти основныя предложенія теоріи системы міра такимъ способомъ удобно доказываются.

Ускорительная сила можетъ быть предположена дѣйствующею только при началѣ каждаго момента, въ теченіе котораго движеніе тѣла равномѣрно: тогда радіусъ век-

торъ описываетъ малый треугольникъ. Если, въ слѣдующій моментъ, сила перестала бы дѣйствовать, радіусъ векторъ описалъ бы, въ этотъ новый моментъ, новый треугольникъ равный первому. А какъ оба эти треугольника имѣютъ свои вершины у постояннаго центра дѣйствія силы, то ихъ основанія, лежащія на одной и той же прямой, будутъ равны, какъ описанныя съ одинаковою скоростію, въ теченіе моментовъ, которые мы предположили равными. Но, при началѣ новаго момента, ускорительная сила соединяется съ касательною силою тѣла и заставляетъ описывать діагональ параллелограмма, бока котораго представляютъ эти силы. Треугольникъ, описываемый радіусомъ векторомъ, вслѣдствіе этой соединенной силы, равенъ треугольнику, который бы описывался безъ содѣйствія ускорительной силы; ибо эти оба треугольника имѣютъ общимъ основаніемъ радіусъ векторъ конца перваго момента и свои вершины на прямой параллельной этому основанію. Слѣдовательно, площади описанныя радіусомъ векторомъ равны, въ два равные послѣдовательные момента, и, поэтому, секторъ, описанный тѣмъ радіусомъ, возрастаетъ какъ число тѣхъ моментовъ, или какъ времена.

Очевидно, что это можетъ имѣть мѣсто только тогда, когда ускорительная сила направлена къ постоянной точкѣ: иначе, треугольники, которые мы разсматривали, не имѣли бы одинаковой высоты. И такъ, пропорціональность площадей временамъ доказываетъ, что ускорительная сила постоянно направлена къ началу радіуса вектора.

Въ этомъ случаѣ, если вообразить весьма малый секторъ, описанный въ весьма короткій промежутокъ времени; если, изъ первой оконечности дуги этого сектора, провести касательную къ кривой и продолжить, до этой касательной, радіусъ проведенный отъ центра дѣйствія силы къ

другой оконечности дуги; то часть этого радіуса, заключающаяся между кривою и касательною, очевидно будетъ пространствомъ описаннымъ центральною силою. Раздѣливъ это пространство вдвойнѣ взятое на квадратъ времени, мы получимъ выраженіе силы. А такъ какъ секторъ пропорціоналенъ времени, то центральная сила, будетъ какъ часть радіуса вектора, заключающаяся между кривою и касательною, и раздѣленная на квадратъ сектора.

Въ строгомъ смыслѣ, центральная сила въ различныхъ точкахъ кривой не пропорціональна этимъ частнымъ (quotiens); но она приближается къ такой пропорціональности тѣмъ болѣе, чѣмъ секторы меньше; такъ что, на предѣлахъ тѣхъ частныхъ, она въ строгости параллельна. Дифференціальный анализъ даетъ этотъ предѣлъ въ функціяхъ радіуса вектора, когда свойство кривой извѣстно; и тогда получаютъ функцію разстоянія, которой центральная сила пропорціональна.

Если данъ законъ силы, то изысканіе кривой ею описываемой представляетъ болѣе затрудненій. Но каковы бы ни были силы, побуждающія тѣло, всегда предполагаемое свободнымъ, можно, слѣдующимъ образомъ, легко опредѣлить дифференціальныя уравненія его движенія. Вообразимъ три постоянныя оси, перпендикулярныя между собою; положеніе тѣла, въ произвольный моментъ, опредѣлится тремя координатами параллельными этимъ осямъ. Разлагая каждую изъ силъ, дѣйствующихъ на точку, на три другія, направленныя параллельно тѣмъ же осямъ, произведеніе помноженія составляющей всѣхъ силъ, параллельныхъ одной изъ координатъ, на элементъ времени, выразитъ возрастаніе скорости тѣла параллельно той координатѣ. Эта скорость можетъ быть предположена равною элементу координаты, раздѣленному на элементъ времени; тогда

дифференціалъ частнаго, происходящаго отъ этого дѣленія, будетъ равенъ предыдущему произведенію.

Изслѣдованіе двухъ другихъ координатъ доставляетъ два подобныя же равенства. Такимъ образомъ, опредѣленіе движенія тѣла становится изысканіемъ чистаго анализа, которое приводится къ интегрированію тѣхъ дифференціальныхъ уравненій.

Вообще, предположивъ элементъ времени постояннымъ, вторая разность каждой координаты, раздѣленная на квадратъ этого элемента, представляетъ силу, которая, будучи приложена къ точкѣ въ противномъ направленіи, уравновѣситъ силу, которая побуждаетъ ее по этой координатѣ. Помножая разность этихъ силъ на произвольныя измѣненія координаты, и прибавляя три подобныя произведенія относительныя къ тремъ координатамъ, сумма ихъ, по условію равновѣсія, будетъ равна нулю. Если точка свободна, измѣненія трехъ координатъ будутъ всѣ произвольныя, и приводя къ нулю коэффиціентъ каждой изъ нихъ, получимъ три дифференціальныя уравненія движенія точки. Но если точка не свободна, то получится, между тремя координатами, одно или два отношенія, которыя дадутъ подобное же число уравненій между ихъ произвольными измѣненіями. Исключая, помощію ихъ, такое же число тѣхъ измѣненій, приведемъ коэффиціэнты остающихся измѣненій къ нулю; и получимъ дифференціальныя уравненія движенія которыя въ соединеніи съ отношеніями координатъ, опредѣляютъ, для всякаго момента, положеніе точки.

Интегрированіе этихъ уравненій незатруднительно, когда сила направлена къ постоянному центру; но часто, свойство силъ дѣлаетъ его невозможнымъ. Однакожъ, соображеніе дифференціальныхъ уравненій приводитъ къ

нѣсколькимъ интереснымъ началамъ механики; напримѣръ къ слѣдующему:

Дифференціалъ квадрата скорости точки, подверженной дѣйствію ускорительныхъ силъ, равенъ двойной суммѣ произведеній помноженія каждой силы на малое пространство, которымъ точка подвигается по направленію той силы. Изъ этого легко заключить, что скорость, пріобрѣтенная тяжелымъ тѣломъ, по линіи или кривой поверхности, будетъ таже самая, какъ если бы оно падало вертикально съ той же высоты.

Многіе философы, пораженные порядкомъ царствующимъ въ природѣ и обиліемъ ея средствъ къ произведенію явленій, полагали, что она достигаетъ своей цѣли всегда простѣйшими путями. Распространивъ это воззрѣніе на механику, они отыскивали экономію, которую имѣла въ виду природа, при употребленіи силъ и времени. Птолемей открылъ, что отраженный свѣтъ достигаетъ отъ одной точки до другой кратчайшимъ путемъ и, слѣдовательно, въ возможно кратчайшее время, предполагая быстроту свѣта всегда одинаковою. Ферма̀, одинъ изъ прекраснѣйшихъ геніевъ прославившихъ Францію, обобщилъ это начало, распространивъ его на преломленіе свѣта. Онъ предположилъ, что свѣтъ достигаетъ — отъ точки взятой внѣ прозрачной средины, къ точкѣ находящейся внутри послѣдней—въ кратчайшее время. Потомъ, полагая весьма вѣроятнымъ, что быстрота его должна быть въ этой срединѣ менѣе чѣмъ въ пустотѣ, онъ отыскивалъ въ этихъ ипотезахъ законъ преломленія свѣта. Прилагая къ этой задачѣ свою прекрасную методу *максимумовъ* и *минимумовъ* (т. е. наибольшихъ и наименьшихъ величинъ), методу, которую должно почитать за истинный зародышъ дифференціальнаго исчисленія, онъ нашелъ, согласно съ опытомъ, что синусы паденія и преломленія

должны быть въ постоянномъ отношеніи, бо̀льшемъ чѣмъ единица. Счастливый способъ, которымъ Ньютонъ вывелъ это отношеніе изъ притяженія срединъ, показалъ Мопертюи, что скорость свѣта увеличивается въ срединахъ прозрачныхъ, и что, слѣдовательно, не сумма частныхъ чиселъ (quotiens) пространствъ пройденныхъ въ пустотѣ и въ срединѣ и раздѣленныхъ на соотвѣтствующія скорости, какъ утверждалъ Ферма̀, но сумма произведеній этихъ количествъ должна быть *минимумомъ*. Эйлеръ распространилъ это предположеніе на движенія измѣняющіяся въ каждой моментъ, и доказалъ различными примѣрами, что *между всѣми кривыми, которыя можетъ описать тѣло, двигаясь отъ одной точки къ другой, оно избираетъ всегда ту, въ которой интегралъ произведенія его массы на его скорость и на элементъ кривой, будетъ минимумъ, или наименьшій*. А такъ какъ скорость точки, движущейся по кривой поверхности и не побуждаемой никакою силою, будетъ постоянна; то она доходитъ, отъ одной точки до другой, по кратчайшей линіи на этой поверхности.

Вышеупомянутый интегралъ назвали *дѣйствіемъ тѣла*, а совокупность подобныхъ интеграловъ, относящихся къ каждому тѣлу системы, получила названіе *дѣйствія системы*.

Эйлеръ показалъ, такимъ образомъ, что упомянутое дѣйствіе будетъ всегда *наименьшимъ*, такъ что экономія природы состоитъ въ его сбереженіи. Въ этомъ заключается *начало наименьшаго дѣйствія*, котораго Эйлеръ долженъ считаться истиннымъ изобрѣтателемъ и которое, въ послѣдствіи, Лагранжъ вывелъ изъ первобытныхъ законовъ движенія. Это начало, въ сущности, есть ничто иное какъ любопытный результатъ этихъ законовъ, которые, какъ мы видѣли, дѣйствительно самые естественные и самые простые изъ всѣхъ вообразимыхъ и которые, поэтому, кажется истекаютъ изъ самаго существа мате-

ріи. Это начало прилично для всѣхъ возможныхъ математическихъ отношеній между силою и скоростію, лишь бы только подставить въ этомъ началѣ, вмѣсто скорости, функцію скорости, которою выражается сила. Слѣдовательно, начало наименьшаго дѣйствія не должно быть принимаемо за конечную причину. Не только оно не породило законовъ движенія, но даже не способствовало къ ихъ открытію, безъ котораго еще бы до сихъ поръ спорили о томъ, что должно разумѣть подъ наименьшимъ дѣйствіемъ природы.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

О РАВНОВѢСІИ СИСТЕМЫ ТѢЛЪ.

Самый простѣйшій случай равновѣсія нѣсколькихъ тѣлъ представляется двумя матеріальными точками, встрѣчающимися съ равными скоростями, по прямо противуположнымъ направленіямъ. Ихъ взаимная непроницаемость, свойство матеріи, по которому два тѣла, въ одно и тоже время, не могутъ занимать одно и тоже мѣсто, очевидно уничтожаетъ ихъ скорости и приводитъ въ состояніе покоя. Но если два тѣла различныхъ массъ столкнутся противуположными скоростями, каково будетъ, въ случаѣ равновѣсія, отношеніе скоростей къ массамъ?

Для разрѣшенія этой задачи, вообразимъ систему смежныхъ одна съ другою матеріальныхъ точекъ, расположенныхъ на одной прямой и одаренныхъ общею скоростію, по ея направленію. Вообразимъ также вторую систему смежныхъ матеріальныхъ точекъ, расположенныхъ

на той же прямой и одаренныхъ общею, но противуположною, относительно первой системы, скоростію, такъ что обѣ системы взаимно сталкиваются и приходятъ въ равновѣсіе. Ясно, что если бы первая система состояла лишь изъ одной матеріальной точки, то каждая точка второй системы уничтожила бы, въ точкѣ столкновенія, часть своей скорости, равную скорости этой системы. Скорость точки столкновенія должна, слѣдовательно, въ случаѣ равновѣсія, быть равною произведенію помноженія скорости второй системы на число ея точекъ; а на мѣсто первой системы можно поставить одну точку, одаренную скоростію равною тому произведенію. Подобнымъ же образомъ, можно поставить на мѣсто второй системы матеріальную точку одаренною скоростію равною произведенію скорости первой системы на число ея точекъ. Такъ, вмѣсто двухъ системъ, получимъ двѣ точки взаимно уравновѣшивающіяся, съ противными скоростями, изъ которыхъ одна будетъ произведеніемъ скорости первой системы на число ея точекъ, а вторая — произведеніемъ скорости точекъ второй системы на ихъ число: эти произведенія, такимъ образомъ, должны быть равны, въ случаѣ равновѣсія.

Масса тѣла есть сумма его матеріальныхъ точекъ. *Количествомъ движенія* называютъ произведеніе массы на скорость; тоже самое разумѣется и подъ названіемъ *сила тѣла.* Для равновѣсія двухъ тѣлъ или двухъ системъ матеріальныхъ точекъ, сталкивающихся по противуположнымъ направленіямъ, количества движенія или противуположныя силы должны быть равны и, слѣдовательно, скорости должны быть обратны къ массамъ.

Очевидно, что двѣ матеріальныя точки могутъ дѣйствовать одна на другую только по прямой ихъ соединяющей. Дѣйствіе производимое первою точкою на вторую сообщаетъ ей извѣстное количество движенія; а какъ ранѣе

этого дѣйствія можно вообразить, что второе тѣло побуждается этимъ количествомъ и другимъ ему равнымъ, но прямо противуположнымъ; то дѣйствіе перваго тѣла ограничивается только уничтоженіемъ того послѣдняго количества движенія; но, для этого, оно должно употребить количество движенія равное и противное тому, которое уничтожается. И такъ, мы видимъ вообще что, въ взаимномъ дѣйствіи тѣлъ, противудѣйствіе всегда равно и противуположно дѣйствію. Мы видимъ еще, что это равенство не предполагаетъ въ матеріи особой силы, а происходитъ отъ того, что тѣло не можетъ пріобрѣсти движенія дѣйствіемъ другаго тѣла, не отнявъ у него этого движенія; точно также, какъ пустой сосудъ наполняется на счетъ полнаго, находящагося съ нимъ въ сообщеніи.

Равенство дѣйствія противудѣйствію обнаруживается во всѣхъ явленіяхъ природы. Желѣзо притягиваетъ магнитъ точно также какъ и само имъ притягивается; тоже замѣчается въ электрическихъ притяженіяхъ и отталкиваніяхъ и даже въ развитіи животныхъ силъ: потому что каково бы ни было движущее начало человѣка и животныхъ, они получаютъ, чрезъ противудѣйствіе матеріи, силу равную и противуположную тѣмъ, которые они ей сообщаютъ. Такимъ образомъ, въ сказанномъ отношеніи, они подчинены тѣмъ же законамъ какъ и одушевленныя существа.

Соотвѣтственность скоростей къ массамъ, въ случаѣ равновѣсія, служитъ для опредѣленія отношенія массъ различныхъ тѣлъ. Массы однородныхъ тѣлъ пропорціональны ихъ объемамъ, измѣренію которыхъ научаетъ насъ геометрія. Но не всѣ тѣла бываютъ одинаковыхъ свойствъ, и разности существующія, какъ въ ихъ неразд ѣльныхъ частичкахъ, такъ равно въ числѣ и величинѣ пòръ или промежутковъ раздѣляющихъ частички, при-

чиняютъ весьма большое разнообразіе въ ихъ массахъ, заключающихся въ одинаковыхъ объемахъ. Тогда уже недостаточно геометріи для опредѣленія отношеній этихъ массъ, а необходимо прибѣгнуть къ механикѣ.

Вообразимъ два шара изъ различныхъ веществъ и будетъ измѣнять ихъ діаметры до тѣхъ поръ пока, одаривъ ихъ равными и прямо противуположными скоростями, приведемъ ихъ въ равновѣсіе; тогда можно быть увѣреннымъ, что въ нихъ заключается равное число матеріальныхъ точекъ и, слѣдовательно, равныя массы. Такимъ образомъ получится отношеніе объемовъ тѣхъ веществъ при равенствѣ массъ; потомъ, помощію геометріи, выведется оттуда отношеніе массъ произвольныхъ объемовъ тѣхъ же самыхъ веществъ. Но употребленіе этой методы было бы слишкомъ затруднительно при многочисленныхъ сравненіяхъ, безпрерывно случающихся въ торговлѣ и общежитіи. Къ счастію, природа представляетъ намъ въ тяжести весьма простое средство сравнивать массы тѣлъ.

Мы видѣли въ предыдущей главѣ, что на одномъ и томъ же мѣстѣ земли каждая матеріальная точка стремится дѣйствіемъ тяжести двигаться съ одинаковою скоростію. Сумма этихъ стремленій составляетъ вѣсъ тѣла; такъ что вѣсы тѣлъ пропорціональны ихъ массамъ. Отсюда слѣдуетъ, что если два тѣла, повѣшенныя на оконечностяхъ нити перекинутой чрезъ блокъ, уравновѣшиваются, при равенствѣ частей нити, находящихся по обѣимъ сторонамъ блока, то массы этихъ тѣлъ равны, потому что, стремясь дѣйствіемъ тяжести двигаться съ одинаковою быстротою, онѣ дѣйствуютъ одна на другую, какъ будто бы сталкивась съ равными и прямо противуположными скоростями.

Можно еще привести два тѣла въ равновѣсіе помощію

вѣсовъ, плечи коромысла которыхъ и чашки совершенно равны, и тогда мы убѣдимся въ совершенномъ равенствѣ массъ.

Такимъ образомъ, мы получаемъ отношеніе массъ различныхъ тѣлъ, помощію вѣрныхъ и чувствительныхъ вѣсовъ и множества гирекъ равнаго между собою вѣса, опредѣляя число гирекъ, нужныхъ для приведенія въ равновѣсіе тѣхъ массъ.

Плотность тѣла зависитъ отъ числа его матеріальныхъ точекъ, заключающихся въ данномъ объемѣ: слѣдовательно, она пропорціональна отношенію массы къ объему. Вещество, въ которомъ нѣтъ поръ (если бы такое существовало), имѣло бы самую большую изъ всѣхъ возможныхъ плотностей: сравнивая съ нимъ плотность другихъ тѣлъ, мы бы получили количество матеріи, въ нихъ заключающееся. Но, не встрѣчая въ природѣ тѣлъ безъ поръ, мы можемъ узнавать только относительныя ихъ плотности. Эти плотности находятся въ отношеніи вѣсовъ тѣлъ, при одинаковомъ объемѣ, потому что вѣса пропорціональны массамъ. Взявъ за единицу плотность какого либо вещества, при постоянной температурѣ, напримѣръ, наибольшую плотность перегнанной воды, плотность тѣла будетъ отношеніемъ его вѣса къ вѣсу равнаго объема воды при наибольшей ея плотности. Это отношеніе называется *удѣльнымъ* или *относительнымъ вѣсомъ*.

При всемъ вышесказанномъ, повидимому, предполагалось, что матерія однородна, и что тѣла различаются только фигурою и величиною своихъ поръ и своихъ недѣлимыхъ частичекъ. Возможно, впрочемъ, что въ самой природѣ этихъ частичекъ находятся существенныя разности. Скудныя наши свѣдѣнія относительно матеріи допускаютъ даже, что небесное пространство наполнено жидкостію, неимѣющею поръ, но притомъ представляющею

только нечувствительное сопротивленіе планетнымъ движеніямъ. Такимъ образомъ, можно бы, кажется, согласить доказанное явленіями постоянство этихъ движеній, съ мнѣніемъ тѣхъ, которые считаютъ пустоту невозможною. Но, для механики, это совершенно одинаково, потому что она разсматриваетъ въ тѣлахъ только пространство и движеніе. Слѣдовательно, не опасаясь погрѣшности, можно допустить однородность элементовъ матеріи, лишь бы только подъ названіемъ равныхъ массъ разумѣлись массы, которыя, будучи одарены равными и прямо противуположными движеніями, уравновѣшивались между собою.

Въ теоріи равновѣсія и движенія тѣлъ не принимаютъ въ соображеніе числа и фигуры поръ, ихъ проницающихъ. Можно принимать въ соображеніе разность ихъ относительныхъ плотностей, предположивъ тѣла составленными изъ болѣе или менѣе плотныхъ матеріальныхъ точекъ, совершенно свободныхъ въ жидкостяхъ, соединенныхъ между собою прямыми безъ массы, негибкихъ въ тѣлахъ твердыхъ, гибкихъ и растяжимыхъ въ тѣлахъ упругихъ и мягкихъ. Ясно, что въ такихъ предположеніяхъ, тѣла будутъ имѣть образы, въ которыхъ они намъ дѣйствительно представляются.

Условія равновѣсія системы тѣлъ всегда могутъ быть опредѣлены закономъ сложенія силъ, изложеннымъ въ первой главѣ этой книги; потому что силу, которою одарена всякая матеріальная точка, можно представить приложенною къ точкѣ ея направленія, гдѣ совокупляются силы ее уничтожающія или которыя, соединяясь съ нею, образуютъ слагающую, которая, въ случаѣ равновѣсія, уничтожается постоянными точками системы. Напримѣръ, вообразимъ двѣ матеріальныя точки, утвержденныя на оконечностяхъ негибкаго рычага, и предположимъ, что онѣ побуждаются силами, направленіе которыхъ лежитъ въ плоскости, про-

ходящей чрезъ рычагъ. Положивъ эти силы соединенными въ точкѣ слiянiя ихъ направленiй, слагающая ихъ должна, для равновѣсiя, проходить чрезъ точку опоры, которая одна можетъ ее разрушить. А, слѣдуя закону сложенiя силъ, обѣ совокупляющiяся должны быть тогда обратны къ перпендикулярамъ, проведеннымъ отъ точки опоры къ ихъ направленiямъ.

Если вообразить два тяжелыя тѣла, укрѣпленныя на оконечностяхъ негибкаго рычага, котораго масса предполагается безконечно малою въ сравненiи съ массою тѣлъ, то можно принять параллельныя направленiя тяжести, соединенными на безконечномъ разстоянiи. Въ этомъ случаѣ, силы, которыми одарено каждое твердое тѣло, или другими словами, ихъ вѣсы, должны, для равновѣсiя, быть обратны къ перпендикулярамъ, проведеннымъ отъ точки опоры къ направленiю тѣхъ силъ. Эти перпендикуляры пропорцiональны плечамъ рычага: слѣдовательно, вѣсы двухъ уравновѣшенныхъ тѣлъ обратно пропорцiональны плечамъ рычага, къ которымъ они прикрѣплены.

Такимъ образомъ, помощiю рычага и машинъ къ нему относящихся, можно весьма малымъ вѣсомъ уравновѣсить очень большой, и, поэтому, легкимъ усилiемъ поднять огромную тяжесть. Но для этого нужно, чтобы плечо рычага, на которое дѣйствуетъ сила, было очень длинно сравнительно съ плечомъ поднимающимъ тяжесть, причемъ сила будетъ проходить большое пространство для поднятiя тяжести на малую высоту. Тогда мы теряемъ во времени то, что сберегаемъ въ силѣ, и это вообще имѣетъ мѣсто въ машинахъ. Но, часто, мы можемъ располагать временемъ по произволу, тогда какъ силу можемъ употребить только ограниченную. Въ другихъ обстоятельствахъ, гдѣ нужно получить большую скорость, можно прибѣгнуть опять къ помощи рычага, приложивъ силу къ короткому

плечу. Главнѣйшая выгода машинъ состоитъ именно въ возможности увеличивать, смотря по требованiю, массу или скорость тѣлъ, приводимыхъ въ движенiе.

Изъ разсмотрѣнiя рычага родилась идея о моментахъ. *Моментомъ силы*, для вращенiя системы вокругъ точки, называютъ произведенiе той силы на разстоянiе точки отъ ея направленiя. Такъ, въ случаѣ равновѣсiя рычага, на оконечностяхъ котораго приложены двѣ силы, моменты этихъ силъ, относительно точки опоры, должны быть равны и противуположны, или, что все равно, сумма моментовъ, относительно той точки, должна быть равна нулю.

Проекцiя силы на плоскости, проведенной чрезъ постоянную точку, помноженная на разстоянiе точки отъ этой проекцiи, составляетъ то, что называютъ моментомъ силы для вращенiя системы вокругъ оси, которая, проходя чрезъ постоянную точку, перпендикулярна къ плоскости.

Моментъ слагающей произвольнаго числа силъ, относительно какой либо точки или оси, равенъ суммѣ подобныхъ моментовъ слагающихся силъ.

Такъ какъ параллельныя силы могутъ быть разсматриваемы сходящимися на безконечномъ разстоянiи, то они могутъ быть приведены къ слагающей равной ихъ суммѣ и имъ параллельной. Слѣдовательно, разлагая каждую силу системы тѣлъ на двѣ — одну, находящуюся на плоскости, и другую, перпендикулярную къ той плоскости—всѣ силы, находящiяся въ плоскости, могутъ быть приведены къ одной, точно также, какъ и силы, перпендикулярныя къ плоскости. Всегда существуетъ плоскость, проходящая чрезъ постоянную точку, и притомъ такая, что слагающая силъ, ей перпендикулярныхъ, равна нулю или проходитъ чрезъ ту точку. Въ обоихъ этихъ случаяхъ, моментъ слагающей будетъ равенъ нулю, относительно осей, имѣющихъ эту точку своимъ началомъ, и моментъ

силъ системы, относительно этихъ осей, приводится къ моменту слагающей, находящейся въ плоскости, о которой идетъ рѣчь. Ось, вокругъ которой этотъ моментъ есть ***максимумъ***, будетъ перпендикулярная къ этой плоскости, и моментъ силъ системы, относительной къ оси, которая, проходя чрезъ постоянную точку, составляетъ какой либо уголъ съ осью наибольшаго момента, будетъ равенъ наибольшему моменту системы, умноженному на косинусъ этого угла; такъ что этотъ моментъ равенъ нулю для всѣхъ осей, находящихся въ плоскости, къ которой ось наибольшаго движенія перпендикулярна.

Такъ какъ сумма квадратовъ косинусовъ угловъ, образованныхъ осью наибольшаго момента и тремя произвольными осями, перпендикулярными между собою и проходящими чрезъ постоянную точку, равна единицѣ, то квадраты трехъ суммъ моментовъ силъ, относительно этихъ осей, равны квадрату наибольшаго момента.

Для равновѣсія системы тѣлъ, неизмѣнно связанныхъ между собою и могущихъ двигаться вокругъ постоянной точки, сумма моментовъ силъ должна быть равна нулю, относительно произвольной оси, проходящей чрезъ ту точку. Изъ предыдущаго слѣдуетъ, что это вообще случится, если сумма равна нулю относительно къ тремъ постояннымъ осямъ, перпендикулярнымъ между собою. Если въ системѣ нѣтъ постоянной точки, то для равновѣсія нужно еще, чтобы три суммы силъ, разложенныхъ параллельно этимъ осямъ, были отдѣльно равны нулю.

Вообразимъ систему тяжелыхъ точекъ, постоянно связанныхъ между собою и отнесенныхъ къ тремъ плоскостямъ, перпендикулярнымъ между собою и связаннымъ съ системою. Разлагая дѣйствіе тяжести параллельно пересѣченіямъ этихъ плоскостей, всѣ силы, параллельныя къ одной и той же плоскости, могутъ быть приведены къ

одной слагающей, параллельной къ этой плоскости и равной ихъ суммѣ. Три слагающія, относительныя къ тремъ плоскостямъ, должны сойтись въ одной и той же точкѣ, потому что дѣйствія тяжести на различныя точки системы, будучи параллельны, имѣютъ одну единственную слагающую, получаемую сперва сложеніемъ двухъ изъ этихъ силъ; потомъ сложеніемъ же ихъ слагающей съ третьею силою; далѣе, слагающей трехъ силъ съ четвертою, и т. д. Положеніе этой точки соединенія, относительно системы, независимо отъ наклоненія плоскостей къ направленію тяжести, ибо бо̀льшее или мѐньшее наклоненіе измѣняетъ только величины трехъ частныхъ слагающихъ, не измѣняя ихъ положенія относительно плоскостей. И такъ, предположивъ эту точку постоянною, всѣ усилія тяжестей системы уничтожатся во всѣхъ положеніяхъ, которыя она можетъ принять, вращаясь вокругъ этой точки, которую потому и назвали ***центромъ тяжести*** системы.

Вообразимъ положеніе этого центра и различныхъ точекъ системы опредѣленными помощію координатъ параллельныхъ тремъ осямъ, перпендикулярнымъ между собою. Такъ какъ дѣйствія тяжести равны и параллельны и слагающая этихъ дѣйствій на систему проходитъ, во всѣхъ своихъ положеніяхъ, чрезъ ея центръ тяжести; то, если предположить эту слагающую послѣдовательно параллельною къ каждой изъ трехъ осей, равенство момента слагающей суммѣ моментовъ сложенныхъ даетъ одну которую либо изъ координатъ того центра, умноженную на цѣлую массу системы, равную суммѣ произведеній массы каждой точки на свою соотвѣтствующую координату. Такимъ образомъ, опредѣленіе центра тяжести независимо отъ самой тяжести, породившей о немъ мысль. Разсмотрѣніе этого центра, распространенное на систему тѣлъ, тяжелыхъ или лишенныхъ тяжести, свободныхъ или свя-

занныхъ между собою какимъ бы то ни было образомъ, весьма полезно въ механикѣ.

Обобщая, данную нами въ концѣ первой главы, теорему о равновѣсіи точки, мы приходимъ къ слѣдующей теоремѣ, которая заключаетъ въ себѣ, самымъ общимъ образомъ, условія равновѣсія системы матеріальныхъ точекъ одаренныхъ произвольными силами.

Если измѣнить безконечно мало положеніе системы, способомъ не нарушающимъ связи ея частей, то каждая матеріальная точка подвинется, по направленію побуждающей ее силы, на количество равное части этого направленія, заключающейся между первымъ положеніемъ точки и перпендикуляромъ опущеннымъ изъ втораго положенія той же точки на упомянутое направленіе. Допустивъ это мы получимъ:

Въ состояніи равновѣсія, сумма произведеній каждой силы на количество, которымъ точка, къ коей она приложена, подвигается по ея направленію, равна нулю. ***И обратно:*** *если эта сумма равна нулю, система будетъ въ равновѣсіи, каково бы ни было ея измѣненіе.*

Въ этомъ-то состоитъ начало *возможныхъ скоростей* (vitesses virtuelles) открытое Ив. Бернулли. Чтобы имъ воспользоваться, должно брать отрицательно произведенія нами сейчасъ обозначенныя, относительныя къ точкамъ, которыя, въ измѣненіи положенія системы, подвигаются противуположно направленію ихъ силъ. Надобно припомнить еще, что сила есть произведеніе массы матеріальной точки на скорость, которую бы она ей сообщила, если бы послѣдняя была въ свободномъ состояніи.

Вообразивъ положеніе каждой точки системы опредѣленнымъ тремя прямоугольными координатами, сумма произведеній каждой силы на количество, которымъ точка ею побуждаемая подвигается по ея направленію, если

измѣнять безконечно мало систему, выразится линейною функціею измѣненій координатъ ея различныхъ точекъ. Эти измѣненіи имѣютъ между собою отношенія, происходящія отъ связи точекъ системы. Приводя, помощію этихъ отношеній, произвольныя измѣненія къ возможно меньшему числу, въ предыдущей суммѣ, которая должна быть равна нулю для равновѣсія, нужно, для того чтобы оно имѣло мѣсто по всѣмъ направленіямъ, отдѣльно уравнять нулю коэффиціентъ каждаго изъ остаточныхъ уравненій, что даетъ столько уравненій, сколько будетъ произвольныхъ измѣненій. Эти уравненія соединенныя съ тѣми, которыя получаются изъ связи частей системы, будутъ заключать въ себѣ всѣ условія ея равновѣсія.

Существуетъ два состоянія равновѣсія, весьма различныхъ между собою. Въ одномъ изъ нихъ, если нѣсколько возмутить равновѣсіе, всѣ тѣла системы совершаютъ только небольшія колебанія около ихъ первоначальнаго положенія: и тогда равновѣсіе остойчиво. Эта остойчивость будетъ безусловною, если она имѣетъ мѣсто не смотря на всякія колебанія системы; но она будетъ только относительною, если имѣетъ мѣсто только относительно колебаній извѣстнаго вида.

Въ другомъ состояніи равновѣсія, тѣла при уклоненіи ихъ отъ ихъ первоначальнаго положенія, продолжаютъ все болѣе и болѣе отъ него уклоняться. Мы получимъ вѣрную идею объ этихъ двухъ состояніяхъ изъ разсмотрѣнія эллипса, помѣщеннаго вертикально на горизонтальной плоскости. Если эллипсъ находится въ равновѣсіи на своей малой оси, то ясно, что уклонивъ его немного отъ того положенія, небольшимъ движеніемъ на самомъ себѣ, онъ стремится къ нему возвратится, дѣлая колебанія, которыя скоро уничтожаются трѣніями и сопротивленіемъ воздуха. Но если эллипсъ находится въ равновѣсіи на

своей большой оси, то однажды выведенный изъ того положенія, онъ стремится еще болѣе отъ него удаляться и оканчиваетъ опрокидываніемъ на малую ось. Слѣдовательно, остойчивость равновѣсія зависитъ отъ свойства небольшихъ колебаній совершенныхъ возмущенною какимъ либо образомъ системою, около упомянутаго состоянія. Чтобы вообще опредѣлить — какимъ образомъ различныя состоянія остойчиваго и неостойчиваго равновѣсія слѣдуетъ одно за другимъ, разсмотримъ сходящуюся кривую, помѣщенную вертикально въ состояніи остойчиваго равновѣсія. Уклоненная немного отъ этого состоянія, она стремиться къ нему возвратиться. Это стремленіе измѣняется по мѣрѣ увеличенія уклоненія, и когда оно становится равнымъ нулю, кривая будетъ находиться въ новомъ состояніи равновѣсія, но уже неостойчиваго, потому что кривая, прежде достиженія его, стремилась еще къ первоначальному своему состоянію. За этимъ вторымъ положеніемъ, стремленіе къ первому состоянію и слѣдовательно ко второму, дѣлается отрицательнымъ, до тѣхъ поръ, пока не дойдетъ вновь до нуля; и тогда кривая будетъ въ состояніи равновѣсія остойчиваго. Продолжая такимъ образомъ, мы увидимъ, что состоянія остойчиваго и неостойчиваго равновѣсія попеременно слѣдуютъ одно за другимъ, какъ *максимумы* и *минимумы* координатъ въ кривыхъ линіяхъ. Легко распространить тоже самое сужденіе на различныя состоянія равновѣсія системы тѣлъ.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

О РАВНОВѢСІИ ЖИДКОСТЕЙ.

Характерную особенность жидкостей, какъ упругихъ, такъ и несжимаемыхъ, составляетъ чрезвычайная легкость

съ которою каждая изъ ихъ частичекъ повинуется самому слабому напору съ какой либо стороны преимущественнѣе чѣмъ съ другой. На этомъ свойствѣ, мы установимъ законы равновѣсія жидкостей, разсматривая послѣднія какъ тѣла, составленныя изъ безконечнаго числа частичекъ совершенно подвижныхъ между собою.

Изъ этой подвижности слѣдуетъ во первыхъ, что сила, которою одарена частичка находящаяся на свободной поверхности жидкости, должна быть перпендикулярною къ этой поверхности; потому что если бы она была къ ней наклонена, то разлагая ту силу на двѣ — одну перпендикулярную, а другую параллельную той поверхности — частичка скользила бы вслѣдствіе послѣдней силы. Слѣдовательно, тяжесть перпендикулярна на поверхности стоячихъ водъ, а сія послѣдняя — горизонтальна. По той же причинѣ, давленіе оказываемое каждою жидкою частичкою на поверхность должно быть перпендикулярно.

Каждая внутренняя частичка жидкой массы претерпѣваетъ давленіе, которое въ атмосферѣ измѣряется высотою барометра и которое, для всякой другой жидкости, можетъ быть измѣрено подобнымъ же образомъ. Разсматривая частичку какъ безконечно малую прямоугольную призму, давленіе окружающей жидкости будетъ перпендикулярно къ бокамъ призмы, которая поэтому будетъ стремиться къ движенію перпендикулярно къ каждому боку, вслѣдствіе разности давленій, производимыхъ жидкостью на два противуположные бока. Изъ этихъ разностей давленій происходятъ три перпендикулярныя между собою силы, которыя должно соединить съ другими силами, побуждающими частичку. Изъ этого легко заключить, что дифференціалъ давленія будетъ, въ состояніи равновѣсія, равенъ плотности жидкой частички, умноженной на сумму произведеній каждой силы на элементъ ея

направленія. Эта сумма будетъ, слѣдовательно, точнымъ дифференціаломъ, если жидкость несжимаема и однородна. Къ этому важному результату первый пришелъ Клерò, въ своемъ прекрасномъ сочиненіи о фигурѣ земли.

Когда силы производятся притяженіями, составляющими всегда функцію разстоянія отъ протягивающихъ центровъ, то произведеніе каждой силы на элементъ ея направленія будетъ точнымъ дифференціаломъ. Слѣдовательно, плотность жидкой частички должна быть тогда функціею давленія, потому что дифференціалъ давленія, раздѣленный на ту плотность, равенъ точной разности. Такимъ образомъ, всѣ слои жидкой массы, въ которыхъ давленіе постоянно, имѣютъ одинаковую плотность во всемъ ихъ протяженіи. Слагающая всѣхъ силъ, одушевляющихъ каждую частичку поверхности этихъ слоевъ, перпендикулярна къ этой поверхности, на которой частичка скользила бы, если бы слагающая была къ ней наклонена. По этой причинѣ, такіе слои получили названіе *слоевъ уровня*.

Плотность частички атмосфернаго воздуха есть функція давленія и теплоты. Ея тяжесть есть весьма приблизительно функція ея высоты надъ поверхностью земли. Если бы ея теплота была также функціею этой высоты, то уравненіе равновѣсія атмосферы было бы дифференціальнымъ уравненіемъ между давленіями и высотою; и, слѣдовательно, равновѣсіе было бы всегда возможно. Но, въ природѣ, теплота различныхъ частей атмосферы зависитъ еще отъ широты, отъ присутствія солнца, и отъ тысячи другихъ измѣняющихся или постоянныхъ причинъ, которыя должны возбуждать, въ этой огромной жидкой массѣ, движенія часто весьма значительныя.

Тяжелая жидкость, вслѣдствіе подвижности своихъ частей, можетъ оказывать давленіе гораздо бòльшее чѣмъ ея вѣсъ. Напримѣръ, струя воды, оканчивающаяся широкою

горизонтальною поверхностію, давитъ на основаніе, на которомъ она покоится точно какъ цилиндръ воды, имѣющій тоже самое основаніе и высоту.

Чтобы сдѣлать ощутительною истину этого кажущагося парадокса, вообразимъ неподвижный цилиндрическій сосудъ, дно котораго было бы подвижно: положимъ, что этотъ сосудъ наполненъ водою, и что дно его поддерживается въ равновѣсіи силою равною и противуположною давленію имъ претерпѣваемому. Ясно, что равновѣсіе будетъ существовать и въ случаѣ, еслибы часть воды превратилась въ твердое тѣло и соединилась съ стѣнками сосуда; потому что равновѣсіе системы тѣлъ не нарушается чрезъ предположеніе что, въ этомъ состояніи, нѣкоторыя изъ нихъ соединятся между собою или съ постоянными точками. Такъ можно образовать безконечное число сосудовъ различныхъ фигуръ, которые всѣ будутъ имѣть одинаковое дно и одинаковую высоту съ нашимъ цилиндрическимъ сосудомъ и въ которыхъ вода будетъ оказывать одно и тоже давленіе на подвижное дно.

Вообще, если жидкость дѣйствуетъ только своимъ вѣсомъ, давленіе, оказываемое ею на поверхность, равняется вѣсу призмы той жидкости, которой (призмы) основаніе равно давимой поверхности, а высота есть разстояніе отъ центра тяжести той поверхности до плоскости уровня жидкости.

Тѣло, погруженное въ жидкость, теряетъ въ ней часть своего вѣса, равную вѣсу объема вытѣсненной жидкости. До погруженія, окружающая жидкость уравновѣшивала вѣсъ упомянутаго объема жидкости, которая, безъ нарушенія равновѣсія, могла быть предположена твердою массою. Слѣдовательно, слагающая всѣхъ дѣйствій жидкости на эту массу должна уравновѣшивать ея вѣсъ и проходить чрезъ ея центръ тяжести. Ясно, что ея дѣйствія

одинаковы на тѣло занявшее мѣсто упомянутой массы; слѣдовательно, дѣйствіе жидкости уничтожаетъ часть вѣса того тѣла, равную вѣсу объема вытѣсненной жидкости. Поэтому, тѣла вѣсятъ въ воздухѣ менѣе чѣмъ въ пустотѣ, и, при весьма деликатныхъ опытахъ, упомянутая разность, хотя большею частію весьма малозначительная, не должна быть упускаема изъ вида.

Уменьшеніе вѣса тѣла, при погруженіи его въ жидкость, можетъ быть весьма точно измѣрено, помощію вѣсовъ, у которыхъ на оконечности одного изъ рычаговъ привѣшено погружаемое тѣло: такимъ образомъ опредѣляется его удѣльный вѣсъ или его плотность относительно жидкости. Этотъ вѣсъ есть отношеніе вѣса тѣла въ пустотѣ, къ уменьшенію его при полномъ погруженіи тѣла въ жидкость. Такимъ путемъ были опредѣлены удѣльные вѣсы тѣлъ, сравнительно съ наибольшею плотностію перегнанной воды.

Чтобы тѣло легчайшее жидкости пришло въ равновѣсіе на ея поверхности, нужно чтобы вѣсъ его былъ равенъ вѣсу объема вытѣсненной имъ жидкости. Нужно еще, чтобы центры тяжести, какъ упомянутой части жидкости, такъ и тѣла, находились бы на одномъ вертикалѣ; потому что слагающая дѣйствій тяжести на всѣ частички тѣла проходитъ чрезъ его центръ тяжести, и слагающая всѣхъ дѣйствій жидкости на то тѣло проходитъ чрезъ центръ тяжести объема вытѣсненной жидкости. А такъ какъ эти слагающія, для взаимнаго уничтоженія, должны находиться на одной и той же линіи, то ясно, что центры тяжести будутъ на одномъ вертикалѣ. Но, для остойчивости равновѣсія, необходимо присоединить къ двумъ предыдущимъ еще другія условія.

Его всегда можно будетъ опредѣлить по слѣдующему правилу:

Если чрезъ центръ тяжести сѣченія въ уровень поверхности воды плавающаго тѣла, вообразить такую горизонтальную ось, чтобы сумма произведеній каждаго элемента сѣченія на квадратъ его разстоянія отъ той оси, была менѣе чѣмъ относительно всякой другой горизонтальной оси проведенной чрезъ тотъ же центръ; равновѣсіе будетъ остойчиво по всѣмъ направленіямъ, когда эта сумма превосходитъ произведеніе помноженія объема вытѣсненной жидкости, на высоту центра тяжести тѣла, надъ центромъ тяжести этого объема.

Это правило особенно полезно при постройкѣ кораблей, которымъ необходимо придавать достаточную остойчивость, для сопротивленія усиліямъ волнъ и вѣтровъ. Въ кораблѣ ось, проведенная отъ кормы къ носу, есть та самая въ отношеніи къ которой сумма, о которой мы сейчасъ говорили, есть наименьшая. Слѣдовательно, помощію вышеизложеннаго правила, легко будетъ опредѣлить остойчивость судна.

Двѣ жидкости, заключенныя въ одномъ сосудѣ, располагаются въ немъ такъ, что тяжелѣйшая занимаетъ мѣсто на днѣ, и поверхность ихъ раздѣляющая будетъ горизонтальна.

Если двѣ жидкости соединяются помощію изогнутой трубки, то поверхность раздѣляющая ихъ, въ состояніи равновѣсія, весьма приблизительно горизонтальна, если только трубка очень широка. Ихъ высоты надъ этою поверхностію обратно пропорціональны ихъ удѣльнымъ вѣсамъ. Поэтому, предположивъ что вся атмосфера имѣетъ плотность воздуха, при температурѣ тающаго льда и давленіи столба ртути въ 76 сантиметровъ, высота ея будетъ 7963 метра. Но такъ какъ плотность атмосферныхъ слоевъ уменьшается, по мѣрѣ возвышенія ихъ надъ уровнемъ морей, то высота атмосферы должна быть гораздо значительнѣе.

ГЛАВА ПЯТАЯ.

О ДВИЖЕНІИ СИСТЕМЫ ТѢЛЪ.

Разсмотримъ сперва дѣйствіе двухъ матеріальныхъ точекъ различныхъ массъ, которыя, двигаясь по одной прямой, встрѣчаются между собою. Можно представить себѣ, что, непосредственно предъ столкновеніемъ или ударомъ, движеніе ихъ разлагается такъ, что онѣ будутъ имѣть одну общую скорость и двѣ такихъ противуположныхъ скорости, что вслѣдствіе ихъ однихъ, они взаимно уравновѣсятся. Скорость общая обѣимъ точкамъ не измѣнится отъ ихъ взаимнаго дѣйствія, и потому должна существовать и послѣ столкновенія. Для ея опредѣленія, мы замѣтимъ, что количество движенія обѣихъ точекъ, вслѣдствіе этой общей скорости, сложенное съ суммою количествъ движенія происшедшихъ отъ уничтоженныхъ скоростей, представитъ сумму количествъ движенія прежде удара, если только возьмемъ, съ противуположными знаками, количества движенія происшедшія отъ противныхъ скоростей. Но, по условію равновѣсія, сумма количествъ движенія, происшедшихъ отъ уничтожившихся скоростей, равна нулю; слѣдовательно, количество движенія, происшедшее отъ общей скорости, равно тому, которое существовало первоначально въ двухъ точкахъ. Поэтому, послѣдняя скорость равна суммѣ количествъ движенія, раздѣленной на сумму массъ.

Столкновеніе матеріальныхъ точекъ чисто идеальное. Но не трудно привести къ такому примѣру столкновеніе двухъ произвольныхъ тѣлъ, наблюдая, что если эти тѣла сталкиваются, по прямой проходящей чрезъ ихъ центры

тяжести и перпендикулярной къ поверхностямъ ихъ столкновенія, то они дѣйствуютъ другъ на друга, какъ будто бы ихъ массы были соединены въ тѣхъ центрахъ. Слѣдовательно, движеніе сообщается тогда между ними, какъ между двумя матеріальными точками, которыхъ массы были бы равны упомянутымъ тѣламъ.

Вышеприведенное доказательство предполагаетъ, что, послѣ столкновенія, оба тѣла должны имѣть одинаковую скорость. Это дѣйствительно должно существовать для тѣлъ мягкихъ, въ которыхъ сообщеніе движенія совершается послѣдовательно и незамѣтными оттѣнками; ибо очевидно, что съ того момента какъ ударяемое тѣло пріобрѣтетъ одинаковую скорость съ ударяющимъ, всякое дѣйствіе между ними прекращается. Но между двумя тѣлами безусловной твердости, столкновеніе совершается мгновенно, и кажется необходимо, чтобы послѣ того скорость ихъ была одинакова; ихъ взаимная непроницаемость требуетъ только, чтобы скорость ударяющаго тѣла была меньшая: впрочемъ она неопредѣленна. Эта неопредѣленность доказываетъ нелѣпость ипотезы безусловной твердости тѣлъ. Въ самомъ дѣлѣ, самыя твердыя тѣла въ природѣ, если они не упруги, имѣютъ незамѣтную мягкость, которая дѣлаетъ ихъ взаимное дѣйствіе послѣдовательнымъ, хотя продолжительность его и нечувствительна.

Когда тѣла совершенно упруги, то для полученія ихъ скорости послѣ столкновенія, нужно прибавить или отнять изъ общей скорости, которую бы они пріобрѣли, еслибы они были безъ упругости, скорость которую бы они получили въ этой ипотезѣ; ибо совершенная упругость удвоиваетъ эти дѣйствія, возобновленіемъ упругости вещества сжимаемаго ударомъ. Такимъ образомъ, скорость каждаго тѣла послѣ удара получится —

вычитая его скорость прежде удара изъ вдвойнѣ взятой общей скорости.

Изъ этого не трудно вывести заключеніе, что сумма произведеній каждой массы на квадратъ ея скорости, одинакова прежде и послѣ столкновенія двухъ тѣлъ; что вообще случается, при столкновеніи всякаго числа тѣлъ совершенно упругихъ, какъ бы они ни дѣйствовали другъ на друга.

Таковы законы передачи движенія, законы подтвержденные опытомъ и математически выводящіеся изъ двухъ основныхъ законовъ движенія, изложенныхъ во второй главѣ этой книги. Нѣкоторые философы пытались опредѣлить ихъ разсмотрѣніемъ конечныхъ причинъ. Декартъ увѣренный, что количество движенія должно всегда сохраняться одинаковымъ въ природѣ, не смотря на его направленіе, вывелъ, изъ этой ложной ипотезы, ложные законы передачи движенія, замѣчательные примѣры заблужденій, въ которыя падаютъ люди пытающіеся угадать законы природы, по цѣлямъ въ ней предполагаемымъ.

Когда тѣло получаетъ толчекъ по направленію, проходящему чрезъ его центръ тяжести, всѣ части его движутся съ одинаковою скоростію. Если это направленіе проходитъ съ боку этой точки, то различныя части тѣла получаютъ неравныя скорости и изъ этого неравенства происходитъ вращательное движеніе тѣла вокругъ его центра тяжести, въ то же время, какъ этотъ центръ увлекается съ скоростію, которую онъ бы принялъ, если бы направленіе толчка прошло чрезъ эту точку. Этотъ случай относится къ землѣ и къ планетамъ. Такъ, для объясненія двойнаго движенія (вращательнаго и поступательнаго) земли, достаточно предположить, что она получила первоначально толчекъ, направленіе котораго прошло на небольшомъ разстояніи

отъ ея центра тяжести, разстояніи, которое, въ ипотезѣ однородности этой планеты, составляетъ около $1/_{160}$ части ея радіуса. Безконечно мало вѣроятно, что направленіе толчковъ, приведшихъ въ движеніе планеты, ихъ спутниковъ и кометы, прошло въ точности чрезъ ихъ центры тяжести: поэтому, всѣ упомянутыя тѣла должны обращаться вокругъ самихъ себя. По такой же причинѣ, солнце, обращающееся на своей оси, должно было получить толчекъ, который, не пройдя чрезъ центръ его тяжести, уноситъ его въ пространствѣ, вмѣстѣ съ планетною системою, если только толчекъ, по противуположному направленію, не уничтожилъ этого движенія, что, впрочемъ, невѣроятно (V).

Толчекъ, данный однородному шару, по направленію, не проходящему чрезъ его центръ, заставляетъ его постоянно вертѣться вокругъ поперечника, перпендикулярнаго къ плоскости, проведенной чрезъ его центръ и направленіе толчка. Новыя силы, побуждающія всѣ точки шара, и которыхъ слагающая проходитъ чрезъ его центръ, неизмѣняютъ параллелизма его оси вращенія. Такъ, земная ось всегда остается весьма приблизительно параллельною самой себѣ, при обращеніи земли вокругъ солнца; и нѣтъ необходимости предполагать, вмѣстѣ съ Коперникомъ, годичное движеніе полюсовъ земли вокругъ полюсовъ эклиптики.

Если тѣло имѣетъ произвольную фигуру, то ось его вращенія можетъ измѣняться въ каждое мгновеніе. Изслѣдованіе этихъ измѣненій, не смотря на силы, дѣйствующія на тѣло, составляетъ любопытнѣйшую задачу механики твердыхъ тѣлъ, по ея отношеніямъ къ предваренію равноденствій и къ либраціи луны. Разрѣшая эту задачу, пришли къ любопытному и весьма полезному результату, что во всякомъ тѣлѣ существуютъ три перпендикулярныя ме-

жду собою оси, проходящія чрезъ его центръ тяжести, и вокругъ которыхъ оно можетъ вращаться равномѣрно и неизмѣнно, лишь бы только не побуждали его посторонія силы. Поэтому, сей часъ упомянутыя оси получили названіе *главныхъ осей вращенія*.

Эти оси имѣютъ слѣдующее свойство: сумма произведеній чаждой частички тѣла на квадратъ ея разстоянія отъ оси, представляетъ *максимумъ* относительно двухъ изъ тѣхъ осей и *минимумъ* въ отношеніи къ третьей. Если вообразить тѣло вращающимся вокругъ оси, мало наклоненной къ одной изъ двухъ первыхъ, то мгновенная ось вращенія тѣла будетъ всегда удаляться отъ нея на весьма малое количество. Такимъ образомъ вращеніе остойчиво относительно тѣхъ двухъ первыхъ осей; но оно неостойчиво относительно третьей, и если мгновенная ось вращенія хотя нѣсколько отъ нея уклонится, то совершитъ вокругъ ней большія колебанія.

Тѣло или система тяжелыхъ тѣлъ произвольной фигуры, колеблясь около постоянной и горизонтальной оси, составляетъ сложный маятникъ. Другаго не существуетъ въ природѣ, и простые маятники, о которыхъ мы выше говорили, составляютъ чистыя геометрическія отвлеченія, придуманныя для упрощенія предметовъ. Къ простому маятнику легко отнести маятники сложные, которыхъ всѣ части скрѣплены между собою: Если длину простаго маятника, котораго качанія имѣютъ одинаковую продолжительность съ качаніями маятника сложнаго, умножить на массу послѣдняго и на разстояніе его центра тяжести отъ оси качанія, то произведеніе будетъ равно суммѣ произведеній каждой частички сложнаго маятника на квадратъ ея разстоянія отъ той же оси. Помощію этого правила, открытаго Гюйгенсомъ, опыты надъ сложными маятниками показали длину простаго маятника, бьющаго секунды.

Вообразимъ себѣ маятникъ, дѣлающій весьма-малыя качанія въ одной и той же плоскости, и предположимъ, что въ моментъ, когда онъ наиболѣе удаленъ отъ вертикала, ему сооообщать небольшую силу, перпендикулярную къ плоскости его движенія: онъ опишетъ тогда эллипсъ вокругъ вертикала. Чтобы представить себѣ его движеніе, возьмемъ воображаемый маятникъ, который продолжаетъ качаться, какъ бы дѣлалъ то дѣйствительный, безъ новой сообщенной силы, тогда какъ этотъ дѣйствительный маятникъ качается, вслѣдствіе сейчасъ упомянутой силы, по обѣимъ сторонамъ воображаемаго маятника, какъ будто бы послѣдній былъ неподвиженъ и вертикаленъ. Такимъ образомъ, движеніе дѣйствительнаго маятника будетъ результатомъ двухъ качаній простыхъ, существующихъ одновременно и перпендикулярныхъ другъ къ другу.

Этотъ взглядъ на малыя качанія можетъ быть распространенъ на всякую систему. Если предположить, что система выведена изъ своего состоянія равновѣсія весьма малыми толчками, и что потомъ она получаетъ новые толчки, то она будетъ колебаться, относительно послѣдовательныхъ состояній, которыя бы она приняла вслѣдствіе первыхъ толчковъ, такимъ же образомъ, какъ бы она колебалась относительно своего состоянія равновѣсія, если бы новые толчки одни были ей передаваемы въ этомъ состояніи. Поэтоту, весьма малыя колебанія системы тѣлъ, какъ бы они ни были сложны, могутъ быть разсматриваемы состоящими изъ простыхъ колебаній, совершенно подобныхъ качаніямъ маятника. Въ самомъ дѣлѣ, если вообразить систему первоначально въ покоѣ и весьма мало выведенною изъ ея состоянія равновѣсія, такъ что сила, побуждающая каждое тѣло, стремится привести его къ точкѣ, которую бы оно занимало въ томъ состояніи, и къ тому же, была бы пропорціональна разстоянію тѣла отъ той

точки. Ясно, что это случится во время колебанія системы, и что, въ каждый моментъ, скорости различныхъ тѣлъ будутъ пропорціональны ихъ разстояніямъ отъ положенія равновѣсія; слѣдовательно, они всѣ придутъ въ одинъ моментъ къ этому положенію и будутъ качаться какъ простой маятникъ. Но состояніе разстройства, въ которомъ мы сейчасъ предполагали систему, не есть еще единственное.

Если удалить одно изъ тѣлъ отъ его состоянія равновѣсія и искать положенія другихъ тѣлъ, удовлетворяющія предшествующимъ условіямъ, то приходимъ къ уравненію степени числа, равнаго числу тѣлъ системы подвижныхъ между собою; что даетъ, для каждаго тѣла, столько видовъ простыхъ колебаній, сколько находится тѣлъ. Вообразимъ въ системѣ первый видъ колебаній, и въ произвольный моментъ выведемъ мысленно всѣ тѣла изъ ихъ положенія, пропорціонально количествамъ относительнымъ къ второму виду колебаній. Вслѣдствіе современности качаній, система будетъ колебаться, относительно послѣдовательныхъ состояній, которыя бы она имѣла чрезъ первый видъ колебаній, какъ бы она колебалась только чрезъ одинъ второй видъ, вокругъ своего состоянія равновѣсія: слѣдовательно, ея движеніе будетъ состоять изъ двухъ первыхъ видовъ колебаній. Подобно этому, можно соединить съ этимъ движеніемъ третій видъ колебаній, и продолжая такимъ образомъ соединять всѣ тѣ виды, самимъ общимъ способомъ, можно составить синтезисомъ всѣ возможные движенія системы, лишь бы только они были очень малы. И обратно: можно разложить анализомъ движенія на простыя колебанія.

Отсюда выводится легкій способъ узнавать безусловную прочность равновѣсія системы тѣлъ. Если, во всѣхъ положеніяхъ, относительныхъ къ каждому виду колебаній,

силы стремятся привести тѣла въ состояніе равновѣсія, то оно будетъ остойчиво. Но если, въ какомъ либо изъ этихъ положеній, силы стремятся отклонить тѣла отъ равновѣсія, то состояніе послѣдняго будетъ неостойчиво или только представитъ остойчивость относительно-прочную.

Ясно, что этотъ способъ разсматриванія весьма малыхъ движеній системы тѣлъ можетъ быть распространенъ на самыя жидкости, которыхъ колебанія составляютъ результатъ простыхъ качаній, существующихъ современно и, часто, въ безконечномъ числѣ.

Волны представляютъ намъ чувствительный примѣръ весьма малыхъ современныхъ колебаній. Если дать легкій толчокъ точкѣ на поверхности стоячей воды, то образуются вокругъ нея кругообразныя, расходящіяся волны. Возмущая поверхность въ другой точкѣ, образуемъ новыя волны, смѣшивающіяся съ первыми: онѣ ложатся на поверхность возмущенную первыми волнами точно также, какъ бы онѣ легли на ту же поверхность находящуюся въ спокойномъ состояніи, такъ что ихъ можно совершенно отличить въ ихъ смѣшеніи. То, что глазъ замѣчаетъ относительно волнъ, ухо замѣчаетъ относительно звуковъ или колебаній воздуха, распространяющихся одновременно безъ взаимнаго смущенія, и производящихъ весьма ясныя отдѣльныя другъ отъ друга впечатлѣнія.

Начало современныхъ простыхъ качаній открыто Даніиломъ Бернулли. Оно представляетъ одинъ изъ общихъ результатовъ, нравящихся воображенію, удобствомъ представленія помощію ихъ явленій и послѣдовательныхъ ихъ измѣненій. Упомянутое начало легко выводится изъ аналитической теоріи малыхъ колебаній системы тѣлъ. Эти колебанія зависятъ отъ линейныхъ дифференціальныхъ уравненій, которыхъ полные интегралы составляютъ сумму частныхъ

интеграловъ. Такимъ образомъ, простыя качанія ложатся другъ на друга, для составленія движенія системы, какъ частные интегралы ихъ выражающіе соединяются другъ съ другомъ для образованія интеграловъ полныхъ. Любопытно слѣдить такимъ образомъ, въ явленіяхъ природы, за умственными истинами анализа. Эта соотвѣтственность, которой многочисленные примѣры представляются системою міра, составляетъ одну изъ главнѣйшихъ прелестей математическихъ умозрѣній.

Весьма естественно приводить законы движенія тѣлъ къ одному общему началу, точно также, какъ заключили законы ихъ равновѣсія въ единственное начало возможныхъ скоростей. Для достиженія этого, разсмотримъ движеніе системы тѣлъ дѣйствующихъ другъ на друга, безъ побужденія ускорительныхъ силъ. Ихъ скорости измѣняются въ каждое мгновеніе; но, въ произвольный моментъ, можно вообразить каждую изъ этихъ скоростей сложенною изъ той которая имѣетъ мѣсто въ слѣдующемъ моментѣ и изъ другой скорости, которая должна уничтожаться въ началѣ того втораго момента. Если бы эта уничтоженная скорость была извѣстна, то, помощію закона разложенія силъ, было бы легко заключить по ней о скорости тѣлъ во второе мгновеніе: ясно, что если бы тѣла были побуждаемы только уничтоженными скоростями, они бы пришли въ взаимное равновѣсіе. Такимъ образомъ, законы равновѣсія дадутъ отношенія потерянныхъ скоростей и легко будетъ вывести изъ нихъ остающіяся скорости и ихъ направленія. Анализъ безконечныхъ дастъ, поэтому, послѣдовательныя измѣненія движенія системы и положенія ея во всякое мгновеніе.

Ясно, что если тѣла побуждаются ускорительными силами, можно будетъ всегда употребить тоже разложеніе скоростей; но тогда равновѣсіе должно существовать между уничтоженными скоростями и ускорительными силами.

Этотъ способъ приведенія законовъ движенія къ законамъ равновѣсія, способъ, которымъ мы преимущественно обязаны Даламберу, принадлежитъ къ числу общихъ и проливающихъ много свѣта. Можно удивляться, какъ онъ ускользнулъ отъ геометровъ, прежде Даламбера занимавшихся динамикою; но извѣстно, что самыя простыя идеи почти всегда послѣдними являются уму человѣческому.

Оставалось еще, для возможнаго усовершенствованія механики, соединить изложенное нами начало съ началомъ возможныхъ скоростей. Это совершилъ Лагранжъ и, такимъ образомъ, привелъ изысканіе движенія произвольной системы тѣлъ къ интегрированію дифференціальныхъ уравненій. Этимъ достигается цѣль механики и чистому анализу представляется окончательно рѣшеніе задачъ.

Вотъ простѣйшій способъ образованія дифференціальныхъ уравненій движенія какой либо системы.

Если вообразимъ три постоянныя, перпендикулярныя между собою оси, и что, въ произвольный моментъ, разлагается скорость каждой матеріальной точки системы тѣлъ на три скорости параллельныя тѣмъ осямъ; то можно будетъ разсматривать каждую частную скорость равномѣрною въ теченіе того момента. Затѣмъ можно будетъ, въ концѣ момента, предположить точку одаренною тремя скоростями, параллельно одной изъ тѣхъ осей, именно: скоростью ея въ тотъ моментъ, малымъ измѣненіемъ получаемымъ ею въ послѣдующій моментъ и тѣмъ же самымъ измѣненіемъ, приложеннымъ въ противуположномъ направленіи. Первыя двѣ изъ этихъ скоростей существуютъ и въ послѣдующемъ моментѣ; третья же должна уничтожиться силами побуждающими точку, и дѣйствіемъ другихъ

точекъ системы. Такимъ образомъ, полагая мгновенныя измѣненія частныхъ скоростей каждой точки системы приложенными къ этой точкѣ въ противуположномъ направленіи; система должна находиться въ равновѣсіи вслѣдствіе всѣхъ этихъ измѣненій и силъ ихъ побуждающихъ. Помощію начала возможныхъ скоростей, получатся уравненія этого равновѣсія; а совокупляя ихъ съ уравненіями связи частей системы, получимъ дифференціальныя уравненія движенія каждой изъ точекъ.

Очевидно, что, тѣмъ же способомъ, можно привести законы движенія жидкостей къ законамъ ихъ равновѣсія. Въ этомъ случаѣ, условія относительно связи частей системы ограничиваются тѣмъ, что объемъ произвольной частички жидкости остается всегда одинаковымъ, если жидкость несжимаема; и что онъ зависитъ отъ давленія по данному закону, если жидкость упруга и сжимаема. Уравненія, выражающія эти условія и измѣненія движенія жидкости, заключаютъ частныя разности координатъ частички, взятыя или въ отношеніи къ времени, или въ отношеніи къ первоначальнымъ координатамъ. Интегрированіе этого рода уравненій представляетъ большія затрудненія и оно удалось только въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ, относительно движенія тяжелыхъ жидкостей въ сосудахъ, относительно теоріи звука и относительно морскихъ и атмосферныхъ колебаній.

Разсмотрѣніе дифференціальныхъ уравненій движенія системы тѣлъ привело къ открытію различныхъ весьма полезныхъ началъ механики, составляющихъ развитіе тѣхъ, которыя мы представили относительно движенія точки, во второй главѣ этой книги.

Матеріальная точка движется равномѣрно по прямой линіи, если не встрѣчаетъ дѣйствія постороннихъ причинъ. Въ системѣ тѣлъ, дѣйствующихъ другъ на друга внѣ

вліянія внѣшнихъ причинъ, общій центръ тяжести движется равномѣрно по прямой линіи, и его движеніе таково же, какъ если бы всѣ тѣла были предположены соединенными съ этою точкою, и всѣ силы ихъ побуждающія были къ ней непосредственно приложены; такъ что направленіе и количество ихъ слагающей постоянно остаются неизмѣнными.

Мы видѣли, что радіусъ векторъ тѣла, побуждаемаго силою направленною къ постоянной точкѣ, описываетъ площади пропорціональныя временамъ. Если предположить систему тѣлъ дѣйствующихъ другъ на друга какимъ бы то ни было образомъ, и побуждаемыхъ силою, направленною къ постоянной точкѣ; если отъ этой точки провести къ каждому изъ нихъ радіусы векторы, проложенные на неизмѣнной плоскости проходящей чрезъ ту точку; то, сумма произведеній массы каждаго тѣла на площадь, описываемую проложеніемъ его радіуса вектора, будетъ пропорціональна времени. Въ этомъ-то заключается начало *сохраненія площадей*.

Если не существуетъ постоянной точки притягивающей систему и послѣдняя подвержена только взаимному дѣйствію своихъ частей, то можно взять произвольную точку за начало радіусовъ векторовъ.

Произведеніе массы тѣла на площадь описываемую проложеніемъ его радіуса вектора, въ единицу времени, равно проложенію всей силы того тѣла, умноженному на перпендикуляръ опущенный изъ постоянной точки на направленіе такимъ образомъ проложенной силы. Послѣднее произведеніе есть моментъ силы для вращенія системы вокругъ оси, которая, проходя чрезъ постоянную точку, перпендикулярна къ плоскости проложенія. Начало сохраненія площадей приводится къ тому, что сумма моментовъ опредѣленныхъ силъ вращающихъ систему вокругъ какой

либо оси проходящей чрезъ постоянную точку, сумма, которая въ состояніи равновѣсія равна нулю, постоянна въ состояніи движенія. Это начало, представленное такимъ образомъ, прилично всѣмъ законамъ возможнымъ между силою и скоростію.

Живою силою системы называютъ сумму произведеній массы каждаго тѣла на квадратъ его скорости. Когда тѣло движется на кривой или на поверхности, не подвергаясь постороннему вліянію, то живая сила всегда одинакова, потому что скорость постоянна. Если тѣла системъ, кромѣ взаимныхъ влеченій и давленій, не подвергаются другимъ дѣйствіямъ непосредственно или посредствомъ неупругихъ и нерастяжимыхъ стержней; то живая сила системы постоянна, въ томъ даже случаѣ, когда нѣкоторыя изъ тѣхъ тѣлъ принуждены двигаться по кривымъ линіямъ или поверхностямъ. Это начало, названное *правиломъ сохраненія живыхъ силъ*, распространяется на всѣ законы возможные между силою и скоростію, если означить *живою силою* тѣла, вдвойнѣ взятый интегралъ произведенія его скорости на дифференціалъ конечной силы, которою оно одарено.

Въ движеніи тѣла, побужденнаго какими бы ни было силами, измѣненіе живой силы равно вдвойнѣ взятому произведенію массы тѣла на сумму ускорительныхъ силъ, соотвѣтственно помноженныхъ на элементарныя количества, которыми тѣло подвигается къ ихъ исходамъ. Въ движеніи системы тѣлъ, вдвойнѣ взятая сумма всѣхъ этихъ произведеній есть измѣненіе живой силы системы.

Вообразимъ что, въ движеніи системы, всѣ тѣла достигаютъ въ тотъ же моментъ до положенія, въ которомъ она будетъ въ равновѣсіи, вслѣдствіе ускорительныхъ силъ ее побуждающихъ: измѣненіе живой силы будетъ тамъ равно нулю по началу возможныхъ скоростей; поэтому,

живая сила будетъ тогда въ своемъ *максимумѣ* или *минимумѣ*. Если бы система двигалась только однимъ видомъ своихъ простыхъ качаній, то тѣла, выходя изъ состоянія равновѣсія, стремились бы возвратиться къ нему, если равновѣсіе остойчиво; слѣдовательно, ихъ скорости уменьшались бы по мѣрѣ удаленія отъ равновѣсія и живая сила была бы въ этомъ положеніи *максимумомъ*. Но если равновѣсіе не было бы остойчивымъ, то тѣла, удаляясь отъ него, стремились бы отклоняться еще болѣе, и ихъ скорости шли бы возрастая: тогда ихъ живая сила была бы *минимумомъ*. Изъ этого можно заключить, что если живая сила будетъ постоянно *максимумомъ*, когда тѣла достигаютъ въ одно и тоже мгновеніе до состоянія равновѣсія, какова бы ни была ихъ скорость, равновѣсіе будетъ остойчиво. Напротивъ, если живая сила, въ этомъ положеніи системы, будетъ постоянно минимумомъ, то она не будетъ имѣть ни безусловной, ни относительной остойчивости.

Наконецъ, мы видѣли во второй книгѣ, что сумма интеграловъ произведенія каждой опредѣленной силы системы на элементъ ея направленія, сумма, которая въ состояніи равновѣсія равна нулю, сдѣлается *минимумомъ* въ состояніи движенія. Въ этомъ заключается начало *наименьшаго дѣйствія*, начало различающееся отъ началъ равномѣрнаго движенія центра тяжести, сохраненія площадей и живыхъ силъ, тѣмъ, что эти начала суть истинные интегралы дифференціальныхъ уравненій движенія тѣлъ; тогда какъ начало наименьшаго дѣйствія есть не что иное какъ особенное сочетаніе тѣхъ же самыхъ уравненій.

Опредѣленная сила тѣла, будучи произведеніемъ его массы на его же скорость, а скорость умноженная на разстояніе описанное въ элементъ времени будучи равна произведенію этого элемента на квадратъ скорости; начало наи-

меньшаго дѣйствія можетъ быть выражено слѣдующимъ образомъ:

«Интегралъ живой силы системы, умноженный на элементъ времени, есть *минимумъ;* такъ что истинная экономія природы есть экономія живой силы».

Эту экономію должно имѣть въ виду при устройствѣ машинъ, которыя будутъ тѣмъ совершеннѣе, чѣмъ менѣе они потребляютъ живой силы, для произведенія даннаго дѣйствія.

Если тѣла не побуждаются никакими ускорительными силами, то живая сила системы постоянна; слѣдовательно, система переходитъ изъ одного положенія въ произвольное другое въ кратчайшій промежутокъ времени.

Должно еще сдѣлать важное замѣчаніе объ обширности этихъ различныхъ началъ.

Начала—равномѣрнаго движенія центра тяжести и сохраненія площадей — не перестаютъ существовать даже въ томъ случаѣ, когда, взаимнымъ дѣйствіемъ тѣлъ, производятся внезапныя измѣненія въ ихъ движеніяхъ, и это дѣлаетъ тѣ начала весьма полезными во многихъ обстоятельствахъ. Но начала — сохраненія живыхъ силъ и наименьшаго дѣйствія — требуютъ, чтобы измѣненія движенія системы совершались незамѣтными переходами.

Если система претерпѣваетъ внезапныя измѣненія, взаимнымъ дѣйствіемъ тѣлъ или встрѣчею препятствій, то, при каждомъ изъ такихъ измѣненій, живая сила претерпѣваетъ уменьшеніе равное суммѣ произведеній каждаго тѣла на квадратъ его уничтоженной скорости, предполагая его скорость, прежде измѣненія, разложенною на двѣ, одну остающуюся а другую уничтожающуюся, и которой квадратъ очевидно равенъ суммѣ квадратовъ варіацій, производимыхъ измѣненіемъ въ скорости разложенной параллельно тремъ произвольнымъ осямъ перпендикулярнымъ между собою.

Всѣ эти начала, принявъ во внвманіе относительное движеніе тѣлъ системы, существовали бы и тогда, если бы она увлекалась движеніемъ общимъ центрамъ силъ, которые мы предположили неподвижными. Они также имѣютъ мѣсто въ относительномъ движеніи тѣлъ на землѣ, ибо, какъ мы уже замѣтили, невозможно судить о безусловномъ движеніи системы тѣлъ, по однимъ видимостямъ ея относительнаго движенія.

Каковы бы ни были — движеніе системы и измѣненія, претерпѣваемыя имъ отъ взаимнаго дѣйствія ея частей, сумма произведеній каждаго тѣла на площадь, которую его проложеніе описываетъ вокругъ общаго центра тяжести, на плоскость, которая, проходя чрезъ эту точку, всегда остается параллельною самой себѣ, будетъ постоянною. Плоскость, на которой эта сумма будетъ наибольшею, сохраняетъ параллельное положеніе, въ продолженіе движенія системы: эта же сумма равна нулю относительно всякой плоскости, которая, проходя чрезъ центръ тяжести, перпендикулярна къ сейчасъ упомянутой; и квадраты трехъ подобныхъ суммъ, относительныхъ къ тремъ произвольнымъ плоскостямъ, проведеннымъ чрезъ центръ тяжести и взаимно перпендикулярнымъ, равны квадрату наибольшей суммы. Плоскость, соотвѣтствующая этой суммѣ, представляетъ еще то замѣчательное свойство, что сумма проложеній площадей, описанныхъ тѣлами другъ вокругъ друга и соотвѣтственно умноженныхъ на произведеніе массъ двухъ тѣлъ, соединяемыхъ каждымъ радіусомъ-векторомъ, есть наибольшая на этой плоскости и на всѣхъ ей параллельныхъ. Такимъ образомъ, можно отыскать, во всякій моментъ, плоскость, которая, проходя чрезъ какую либо точку системы, сохраняетъ всегда па-

раллельное положеніе. А такъ какъ, относя къ ней движеніе тѣлъ, двѣ изъ произвольныхъ постоянныхъ этого движенія исчезаютъ, то также естественно избрать эту плоскость для координатъ, какъ и положить ея начало въ центрѣ тяжести системы.

КОНЕЦЪ ПЕРВАГО ТОМА.

ПРИМѢЧАНІЯ ПЕРЕВОДЧИКА

КЪ ПЕРВОМУ ТОМУ

ИЗЛОЖЕНІЯ СИСТЕМЫ МІРА.

А. (стр. 17).

О солнечныхъ пятнахъ.

Помощію зрительныхъ трубъ, очень часто бываютъ видимы, на поверхности солнца, *черныя пятна*, окруженныя менѣе темною каймою (называемою *полутѣнью*). Они рѣдко остаются постоянными продолжительное время и часто измѣняютъ свои виды, форму и даже исчезаютъ и вновь появляются въ теченіе немногихъ часовъ. Бывали впрочемъ случаи, что пятна, только съ немногимъ измѣненіемъ своего вида, оставались въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ видимыми на одномъ и томъ же мѣстѣ.

Араго̀ приписываетъ открытіе солнечныхъ пятенъ голландцу Фабриціусу, а многіе нѣмецкіе астрономы Шейнеру, въ Ингольштадтѣ. Не смотря на очевидность, долго не хотѣли вѣрить существованію солнечныхъ пятенъ, потому что, по странному мнѣнію средневѣковыхъ ученыхъ, солнце считалось чистѣйшимъ изъ всѣхъ созданныхъ существъ. Наконецъ, очевидность убѣдила самыхъ жаркихъ противниковъ.

Солнечныя пятна почти исключительно появляются на экваторіальномъ поясѣ лучезарнаго свѣтила, не шире 25°, по обѣимъ сторонамъ экватора. Величина и число пятенъ бываютъ чрезвычайно различны; иногда видѣли пятна въ 2 минуты и болѣе поперечникомъ. Такое пятно должно имѣть истинный діаметръ въ 12 тысячъ географическихъ миль. Нерѣдко пятна были такъ велики, что ихъ можно было видѣть простымъ глазомъ. Случалось наблюдать цѣлые ряды пятенъ, имѣвшіе протяженіе отъ 50 до 60

тысячъ миль. Бываютъ случаи, что на солнцѣ видны одновременно десятки пятенъ; а, иногда, не видно пятенъ въ теченіе цѣлаго года (хотя и не часто). Вообще говоря, пятна на солнцѣ бываютъ почти всегда и отсутствіе ихъ составляетъ исключеніе. По наблюденіямъ Швабе (въ Дессау), съ 1826 по 1837 г., не прошло ни одного года безъ пятенъ, а въ 1828, 1829, 1836 и 1837, Швабе, не смотря на почти ежедневныя наблюденія, ни разу не видалъ солнца безъ пятенъ.

Почти съ самаго открытія солнечныхъ пятенъ начали думать, что они должны имѣть значительное вліяніе на количества тепла и свѣта, изливаемыя солнцемъ на землю. Гершель пытался рѣшить вопросъ о вліяніи солнечныхъ пятенъ на среднія годовыя температуры нижняго слоя земной атмосферы, сравненіемъ цѣнъ на хлѣбъ въ Англіи, хотя эти цѣны условливаются не одними урожаями, но многими другими обстоятельствами, я хотя едва ли можно допустить, чтобы средній урожай могъ выражать среднюю годовую температуру. Изъ таблицы, составленной знаменитымъ англійскимъ астрономомъ, можно вывести, что присутствіе пятенъ на солнцѣ, скорѣе возвышаетъ среднюю температуру и благопріятствуетъ урожаю. Впрочемъ всѣ такіе выводы, по неопредѣленности данныхъ, могутъ быть весьма ошибочны.

Лѣтописцы и историки упоминаютъ о дняхъ, мѣсяцахъ и даже годахъ, въ которые солнце свѣтило не съ обыкновенною своею силою. Эти событія, въ которыхъ часто нельзя сомнѣваться, были объясняемы появленіемъ весьма большаго количества пятенъ на солнечной поверхности. Арабскій писатель Абулфарадъ увѣряетъ, что въ девятый годъ царствованія Юстиніана II (въ 535 по Р. Х.) блескъ солнца постоянно уменьшался и это продолжалось 14 мѣсяцевъ. По его же свидѣтельству, въ 626 году, при императорѣ Гоноріѣ, солнце начало помрачаться до того, что половина его сдѣлалась темною: это продолжалось съ октября по іюнь слѣдующаго года. Есть еще нѣсколько подобныхъ примѣровъ, которые помѣщены въ «Analyse de la vie et des travaus de Sir William Herschell, par Aragò» въ *Annuaire du Bureau des lontigudes* за 1842 годъ (стр. 520).

Цвѣтъ пятенъ кажется намъ вообще чернымъ; но это потому, что мы сравниваемъ его съ чрезвычайно-блестящею поверхностію солнца. Если же, при прохожденіи Меркурія по солнцу, когда планета обращаетъ къ намъ свою *совершенно черную* сторону, сравнить ее съ солнечнымъ пятномъ, то сейчасъ будетъ замѣтно, что цвѣтъ послѣдняго гораздо свѣтлѣе и скорѣе *бурый* чѣмъ черный. Тоже самое увидимъ, при сравненіи цвѣта пятенъ съ темною частію луны, во время солнечныхъ затмѣній.

Въ текстѣ Лапласа сказано, что изъ наблюденія пятенъ найдено, что продолжительность полнаго обращенія солнца на оси равняется почти $25^1/_2$ суткамъ, и что экваторъ солнца наклоненъ къ плоскости эклиптики по $8^1/_2$ градусовъ. По изслѣдованіамъ Ложье, періодъ вращенія солнца на оси заключается между крайними предѣлами $24^{дн.}.28$ и $26^{дн.}.223$. Среднее изъ всѣхъ наблюденій даетъ $25^{дн.}.4$. По его же изслѣдованіямъ, наклоненіе солнечнаго экватора къ плоскости эклиптики $= 7°.9$.

Швабе (въ Дессау), изъ всѣхъ новѣйшихъ астрономовъ наиболѣе занимавшійся наблюденіями солнечныхъ пятенъ, нашелъ, для обращенія солнца на своей оси, періодъ, заключающійся между $25^{дн.}.07$ и $25^{дн.}.75$.

Б. (стр. 18).

О зодіакальномъ свѣтѣ.

По понятіямъ новѣйшей науки, любопытное явленіе зодіакальнаго свѣта указываетъ намъ на существованіе вокругъ солнца, въ плоскости его экватора, кольца, блестящаго матовымъ блѣднымъ свѣтомъ, и вѣроятно простирающагося на разстояніе превышающее разстояніе земли отъ солнца.

Зодіакальный свѣтъ является около часа по закатѣ и около двухъ часовъ до восхода солнца (въ первомъ случаѣ на западѣ, а въ послѣднемъ на востокѣ), въ видѣ пирамиды, направленной отъ солнца вдоль по эклиптикѣ. Въ нашихъ климатахъ онъ замѣтенъ только весною, послѣ вечернихъ сумерекъ, надъ западнымъ горизонтомъ, и осенью, предъ утреннимъ разсвѣтомъ, на востокѣ. Но, подъ тропиками, въ странахъ пальмъ и банановъ, зодіакальный свѣтъ составляетъ довольно частое, величественно-прекрасное явленіе. Въ особенномъ великолѣпіи видѣлъ его Александръ Гумбольдтъ, во время путешествія своего изъ Лимы къ западнымъ берегамъ Мехики. Марта 18, спустя часъ по захожденіи солнца, зодіакальный свѣтъ возвышался пирамидою между Алдебараномъ и Плеядами, до высоты 40 градусовъ. Узкія, длинныя облака казались разсѣянными по чистой лазури неба и, вблизи горизонта, разстилались какъ бы желтымъ ковромъ: верхнія же облака, по временамъ, отливали пестрыми красками. Подумаешь, говоритъ Гумбольдтъ, что это второй закатъ солнца. Въ это время, ясность ночи, на западной части небосклона, повидимому усиливается, какъ бы отъ присутствія луны въ первой ея четверти.

Около десяти часовъ вечера, въ странахъ южнаго моря, зодіакальный свѣтъ обыкновенно становится уже весьма слабымъ; а въ полночь едва видны его слѣды. Когда онъ свѣтится особенно сильно, то къ востоку бываетъ видимъ отблескъ его кроткаго сіянія. Кто жилъ въ странахъ пальмъ и бамбуковъ, присовокупляетъ Гумбольдтъ, кто жилъ въ сухой и прозрачной атмосферѣ равноденственныхъ странъ, тотъ во всю жизнь не забудетъ кроткаго и величественнаго сіянія пирамиды зодіакальнаго свѣта, освѣщающаго начало и конецъ всегда одинаково длинныхъ тропическихъ ночей.

Непонятно, какимъ образомъ это удивительное явленіе обратило на себя вниманіе только въ половинѣ XVII вѣка и не было замѣчено, ни древними наблюдателями, ни арабами, такъ тщательно созерцавшими небо въ благословенныхъ климатахъ Бактріи и Испаніи, на берегахъ Евфрата и Гвадалквивира. Въ Гумбольдтовомъ *Космосѣ* упоминается, что въ одной древней рукописи, принадлежавшей ацтекамъ, народу населявшему Мехику въ XII—XIV столѣтіяхъ, и нынѣ хранящейся въ парижской библіотекѣ, говорится о замѣчательномъ столбѣ свѣта, пирамидально поднимавшемся отъ земли, на восточномъ горизонтѣ, предъ восходомъ солнца, въ теченіе 14 дней 1309 года. Вотъ древнѣйшее изъ всѣхъ дошедшихъ до насъ наблюденій зодіакальнаго свѣта.

Это искони существовавшее явленіе открыто въ Европѣ Чайлдреемъ (Childrey) и Доминикомъ Кассини въ XVII столѣтіи. Оно едва ли можетъ быть явленіемъ слабосвѣтящейся солнечной атмосферы (облекающей фотосферу), потому что, по законамъ механики, крайніе слои этой атмосферы не могутъ распространяться далѣе половины разстоянія, отдѣляющаго Меркурій отъ солнца; а зодіакальный свѣтъ простирается, по крайней мѣрѣ, впятеро далѣе. Можно доказать, что солнечная атмосфера заклю-

чена въ гораздо тѣснѣйшихъ предѣлахъ, чѣмъ тѣ, до которыхъ распространяется зодіакальный свѣтъ. Поэтому, съ большою вѣроятностію, можно допустить, что матеріальная причина зодіакальнаго свѣта заключается въ существованіи весьма сжатаго кольца, состоящаго изъ чрезвычайно тонкой парообразной матеріи и свободно обращающагося въ пространствѣ, въ среднемъ разстояніи земли отъ солнца, и вѣроятно простирающагося за земную орбиту.

Понынѣ, ничего нельзя сказать достовѣрнаго о вещественномъ составѣ и величинѣ этого кольца. Нѣкоторые астрономы предполагали, что оно увеличивается испареніями множества кометъ, подходящихъ къ солнцу; но это мнѣніе ничѣмъ не подтверждается. Также ничего нельзя сказать положительнаго о странныхъ измѣненіяхъ величины упомянутаго кольца, которое иногда кажется больше, а иногда меньше. Самая связь этого кольца съ солнцемъ и его атмосферами для насъ совершенно загадочна и мы даже не знаемъ, освѣщается ли оно солнцемъ, или состоитъ изъ самосвѣтящейся матеріи. Во всякомъ случаѣ, подобное кольцо должно обращаться вокругъ солнца, по тѣмъ же законамъ, какъ и планеты.

Въ тропическомъ климатѣ Южной Америки, говоритъ Гумбольдтъ, я дивился измѣнчивости силы зодіакальнаго свѣта. Когда онъ становится наисильнѣйшимъ, то, обыкновенно, нѣсколько минутъ спустя, замѣтно ослабѣваетъ и потомъ опять внезапно появляется въ полномъ своемъ блескѣ. Я замѣчалъ въ немъ не красноватый отливъ, не дугообразное помраченіе снизу и какъ бы бросаніе искръ (по замѣчанію Мэрана), но скорѣе, трепетаніе и сверканіе. Трудно рѣшить — совершаются ли тутъ перевороты въ самомъ кольцѣ, или причины тому заключаются въ нашей атмосферѣ. Вообще, явленія зодіакальнаго свѣта зависятъ отъ неизслѣдованныхъ понынѣ условій.

В. (стран. 26).

О юліанскомъ или старомъ стилѣ.

По распоряженію Юлія Кесаря, въ 48 году до Р. X., гражданскій годъ сталъ считаться въ 365¼ дней, съ тѣмъ чтобы накопляющійся въ 4 года цѣлый день прибавлялся къ каждому четвертому году, а первый, второй и третій считались ровно въ 365 дней. Прибавочный день этотъ вставлялся за 6 дней до 1 марта, или послѣ шестаго дня до-мартовскихъ календъ, и составлялъ такимъ образомъ вторыя шестыя или двушестыя календы, bis sexta calendas, по гречески βισεκτος; оттуда заимствовано наше древнее слово *висектосъ* и новѣйшее *високосъ*. Это слово означаетъ вставочный день, а потому високосный годъ есть годъ со вставочнымъ днемъ (какъ напр. 1860 годъ); но этотъ день прибавляется у насъ не за 6 дней до Марта, а наканунѣ перваго числа этого мѣсяца. Въ римскомъ году сначала первымъ мѣсяцемъ былъ мѣсяцъ весенняго равноденствія, мартъ, названный такъ въ честь бога войны Марса, а потомъ январь, названный въ честь бога Януса. На Никейскомъ соборѣ, въ 325 году по Р. X., отцы церкви, принявъ юліанскій годъ въ основаніе христіанскаго времясчисленія, установили правила празднованія св. Пасхи, назначивъ исходнымъ пунктомъ для опредѣленія этого праздника весеннее равноденствіе, бывающее въ мартѣ, и съ тѣхъ поръ нашъ пасхальный годъ начинается мартомъ.

До начала VI вѣка, на Западѣ счетъ годовъ начинался обыкновенно съ основанія Рима. Діонисій Малый, въ своей исторіи, въ VI вѣкѣ, принялъ эрою, съ которой начиналъ счетъ годовъ, Рождество Христово, или 753 годъ отъ основанія Рима. Потомъ, въ половинѣ XVI сто-

лѣтія, вообще принято было считать годы съ Рождества Христова, и такъ какъ оно было передъ январемъ, то и начало года было переведено съ 1 марта на 1 января. Наши лѣтописцы вели свое лѣтосчисленіе отъ сотворенія міра, принимая начало міра за 5,508 лѣтъ до Рождества Христова, и считая первымъ мѣсяцемъ въ году сперва мартъ, а потомъ сентябрь. Петръ Великій установилъ счетъ отъ Рождества Христова и начало года перевелъ на 1 Января. При этой перемѣнѣ онъ однакожь не вполнѣ сошелся съ времясчисленіемъ, принятымъ тогда въ западныхъ государствахъ.

Юліанскій годъ длиннѣе истиннаго солнечнаго. Въ немъ приходится къ 365 днямъ каждаго года прибавки по ¼ дня или по 6 часовъ на годъ; держась истиннаго года, слѣдовало бы прибавлять только 5 час. 48 мин. 46 секундъ. Такимъ образомъ, юліанскій годъ длиннѣе истиннаго на 11 мин. 14 сек. Поэтому, отъ никейскаго Собора (325 г.) къ концу XVI вѣка, впродолженіи 1257 лѣтъ, накопилась разница почти въ 10 дней, такъ что весеннее равноденствіе, приходившееся въ 325 г. на 21 марта, пришлось въ 1582 году на 11 марта. Стоило только присчитать несосчитанные 10 дней, чтобы равноденствіе пришлось въ тоже число, какъ во времена никейскаго собора. Римскій папа Григорій XIII приказалъ это сдѣлать, но не въ мартѣ, а въ октябрѣ, выбравъ этотъ мѣсяцъ потому, что въ немъ нѣтъ переходныхъ праздниковъ. Въ октябрѣ 1582 года были отсчитаны несосчитанные, накопившіеся изъ минутъ, въ 12½ вѣковъ, десять дней, такъ что послѣ 4 октября слѣдующій день былъ не 5-мъ, а 15-мъ числомъ. Сверхъ того, положены были правила, чтобы и впредь на вѣчныя времена весеннее равноденствіе не сходило съ 21 марта. Юліанскій годъ длиннѣе истиннаго на 11 мин. 14 сек.; поэтому юліанскіе 128 годовъ длиннѣе настоящихъ солнечныхъ 128 годовъ почти на цѣлыя сутки, что составитъ въ 400 лѣтъ около трехъ сутокъ. Слѣдовательно, ошибка въ томъ, что слишкомъ длинная юліанская мѣра въ 400 лѣтъ просчитываетъ цѣлые три дня. Чтобы избѣжать этого, положено въ каждые 400 лѣтъ перескакивать черезъ три замедляющіе счетъ високоса. Эта поправка равняется присчитыванью трехъ сутокъ въ каждые 400 лѣтъ. Съ начала нынѣшняго XIX столѣтія нашъ старый стиль отсталъ отъ григоріанскаго, принятаго въ Европѣ, на 12 дней. Въ слѣдующемъ XX и потомъ въ XXI столѣтіяхъ разность эта будетъ въ 13 дней. Такимъ образомъ счисленіе григоріанское значительно ближе нашего къ астрономической точности, *однако тоже не вполнѣ точно.*

Перемѣна стараго стиля на новый произвела большую запутанность въ пасхаліи западной церкви, въ опредѣленіи дня Пасхи и прочихъ подвижныхъ праздниковъ. Такъ напримѣръ, на никейскомъ соборѣ постановлено, чтобы христіанская Пасха праздновалась въ разные дни съ іудейскою. По древней, православной пасхаліи, цѣль эта достигается вполнѣ, тогда какъ по григоріанскому календарю, Пасха въ нынѣшнемъ столѣтіи уже два раза приходилась съ іудейскою въ одинъ и тотъ же день (именно въ 1805 и въ 1825 годахъ).

Г. (стран. 36).

О состояніи лунной поверхности и о существованіи на лунѣ стихій подобнымъ земнымъ.

Не рѣдко было выражаемо мнѣніе, что лунная поверхность до нынѣ не установилась окончательно и что на ней, даже въ наше время, происходятъ еще сильные перевороты и измѣненія формъ. Вопросъ этотъ заслуживаетъ того, чтобы сказать о немъ нѣсколько словъ.

Ольберсъ, 5 января 1794, замѣтилъ въ лунной мѣстности называемой *моремъ кризисовъ*, между *Озу* и *Пикаромъ*, два маленькихъ кратера, неизображенныхъ на картахъ Шрётера. Онъ немедленно увѣдомилъ о томъ знаменитаго лиліентальнаго астронома. По справкѣ оказалось, что того же 5 января, Шрётеръ наблюдалъ ту же самую мѣстность луны помощію весьма сильнаго телескопа, но не замѣтилъ ни одного изъ кратеровъ о которыхъ увѣдомлялъ его Ольберсъ. Даже 6 и 17 января, уже по полученіи извѣстія отъ Ольберса, изслѣдованія Шрётера остались безуспѣшными. Наконецъ, 6-го марта, бо̀льшій изъ этихъ кратеровъ сдѣлался совершенно ясно видимымъ (*).

Весьма справедливо замѣчаетъ Араго̀, что если какой либо астрономъ не видѣлъ, въ извѣстную эпоху, какого либо предмета, то это еще вовсе не доказываетъ что такой предметъ не существовалъ. Это замѣчаніе можетъ быть вполнѣ приложено къ сейчасъ разсказанному случаю: способъ освѣщенія и даже наклоненія подъ которыми склоны кратера или лунной горы представляются съ различныхъ точекъ земной поверхности, даже близкихъ между

(*) Phil. Trans. 1795, p. 154—155.

собою, оказываютъ весьма сильное вліяніе на такого рода наблюденіе; такъ что никакъ нельзя полагаться на отрицательные результаты.

Присовокупимъ еще, что Бэръ и Мэдлеръ, несмотря на долголѣтнее и весьма тщательное наблюденіе лунной поверхности, ни разу не замѣтили на ней такихъ перемѣнъ, о которыхъ упоминаютъ Кассини, Шрётеръ и Грюйтхюйзенъ. По мнѣнію берлинскихъ астрономовъ, такія наблюденія представляютъ оптическіе обманы, зависящіе отъ различія въ освѣщеніи предмета.

Скажемъ теперь нѣсколько словъ относительно существованія воды и воздуха на Лунѣ.

Вопросъ о томъ — имѣетъ ли Луна свою атмосферу и если на ней вода и огонь, сильно занималъ многихъ философовъ и астрономовъ. Многіе интересовались имъ въ особенности потому, что этимъ самымъ обусловливалась возможность обитаемости луны людьми и животными подобными земнымъ. Самыя странныя предположенія были пущены въ ходъ для доказательства что на лунѣ существуютъ такъ называемыя земныя стихіи. Новѣйшія и весьма тщательныя наблюденія приводятъ къ убѣжденію что луна не окружена атмосферою, и что если она существуетъ на лунѣ, то развѣ въ однихъ только углубленіяхъ и отнюдь не воздымается до верхняго уровня лунной поверхности. Бессель говоритъ, что, ни въ какомъ случаѣ, плотность лунной атмосферы (буде таковая дѣйствительно существуетъ) не превосходитъ $^1/_{800}$ или даже $^1/_{1000}$ плотности атмосферы земной.

Изъ безконечнаго множества вопросовъ относительно отсутствія воздуха на лунѣ, мы приведемъ только слѣдующій. Убѣдившись, что наблюденія отрицаютъ существованіе лунной атмосферы, нѣкоторые ученые пустили въ ходъ предположеніе, что первоначально луна была

окружена атмосферою, но что сія послѣдняя исчезла, въ теченіе тысячалѣтій, вслѣдствіе безпрерывныхъ химическихъ процессовъ. Съ этой точки зрѣнія, для астронома должны представлять нѣкоторый интересъ вычисленія Бенедикта Прево̀, относительно количествъ кислорода могущаго исчезнуть изъ нашей атмосферы, вслѣдствіе естественныхъ химическихъ процессовъ. Монтобанскій физикъ нашелъ, что, допустивъ самыя преувеличенныя предположенія, дыханіемъ людей и животныхъ, горѣніемъ и броженіемъ органическихъ веществъ и т. п., вся потеря кислорода, въ теченіе цѣлаго столѣтія, составитъ едва 7,200-ю часть всего количества этого газа заключающагося въ земной атмосферѣ (*).

Относительно существованія воды на лунѣ, мы можемъ сказать только то, что подобное существованіе болѣе чѣмъ сомнительно. На лунѣ никогда не замѣчается даже слѣда облаковъ: а они бы должны непремѣнно образоваться, еслибы на лунѣ была вода. Что же касается до лунныхъ мѣстностей, называемыхъ *морями*, то это названіе было дано первыми наблюдателями луннаго диска, обозначившими названія его различныхъ мѣстностей, такимъ странамъ, которыя, при сѣроватомъ цвѣтѣ, не представляли замѣтныхъ неровностей поверхности. При всей несоотвѣтственности этого названія, оно сохранилось до нашего времени, хотя ни одинъ астрономъ, въ наше время, не соединяетъ съ названіемъ лунныхъ морей понятія о вмѣстилищахъ капельной жидкости.

О явленіяхъ огня на лунѣ мы будемъ говорить ниже.

(*) Annales de Chimie et de Phisique 1846, T. III. p. 99.

Д. (стран. 41).

О лунныхъ горахъ.

Первыми точными свѣдѣніями о физическомъ устройствѣ луны мы обязаны Галилею. Всѣ утвержденія его предшественниковъ, по этому предмету, были только болѣе или менѣе основательными предположеніями. Такъ напримѣръ, Анаксагоръ, по свидѣтельству Діогена Лаерція, утверждалъ, что на лунѣ существуютъ не только горы, но даже и города. Мнѣніе, что немейскій левъ, убитый Геркулесомъ, жилъ первоначально на лунѣ и оттуда упалъ на землю, при всей своей очевидной нелѣпости, также имѣло своихъ поборниковъ. Галилею была предоставлена честь ученаго доказательства существованія горъ на лунѣ. Онъ приписывалъ имъ высоту слишкомъ осьми верстъ. Гевелій, столь тщательно наблюдавшій луну, утверждалъ что высота самыхъ большихъ лунныхъ горъ едва превосходятъ пять верстъ. Іезуитъ Рикчіоли не соглашался съ Гевеліемъ и считалъ лунныя горы еще болѣе высокими чѣмъ показалъ Галилей. По его наблюденіямъ, Кейль вычислилъ высоту горы св. Екатерины слишкомъ въ 14,000 метровъ, то есть въ 14 верстъ. Въ такомъ положеніи находился вопросъ въ 1780 году, когда за него принялся Уйльямъ Гершель. Помощію геометрической методы, онъ измѣрилъ множество лунныхъ горъ и нашелъ, что высота большей части изъ нихъ не превосходитъ 5,000 футовъ; только гору *Сацеръ* (Sacer) онъ полагалъ въ 9,200 футовъ, да гору *Синопъ* и еще одну на юго-восточной части диска онъ считалъ въ 7,900 футовъ вышиною. Новѣйшія изслѣдованія показали, что результаты Гершеля слишкомъ малы и вовсе неоправдываютъ упрека

дѣлаемаго Гершелю въ его стремленіи ко всему преувеличенному и гигантскому.

Инсометрическая таблица 1,095 горъ измѣренныхъ Бэромъ и Мэдлеромъ показываетъ, что на лунѣ существуютъ двадцать двѣ горы, высота которыхъ превосходитъ 15,000 футовъ, то есть высоту Монблана надъ уровнемъ океана. Мы представляемъ здѣсь списокъ семи высочайшихъ лунныхъ горъ.

Дэрфель (около)	25,000	футовъ.
Ньютонъ.....	23,830	—
Казатусъ.....	22,822	—
Курцій.......	22,208	—
Калиппъ......	20,394	—
Тихонъ.......	20,181	—
Гюйгенсъ.....	18,209	—

Ньютонъ, *Казатусъ*, *Калиппъ* и *Тихонъ* представляютъ кольцеобразные кратеры. Числа нами сейчасъ представленныя выражаютъ высоты вала надъ уровнемъ внутренняго углубленія; но ничто не доказываетъ что уровень этихъ углубленій не находится гораздо ниже общаго уровня луны: по этому, чрезвычайныя высоты нами сейчасъ указанныя, могутъ быть сравниваемы съ земными, только принявъ въ соображеніе сейчасъ сдѣланное замѣчаніе. Присовокупимъ еще, что высочайшій пикъ горной цѣпи *Дэрфель* находится очень близко отъ южнаго полюса нашего спутника, и что его высота отнесена къ уровню сосѣднихъ равнинъ. Въ сосѣдней цѣпи находится пикъ *Лейбницъ*, котораго высота надъ сосѣднею равниною вѣроятно превосходитъ высоту самаго Дэрфеля, но которая не могла быть еще опредѣлена съ точностію, по причинѣ невыгоднаго положенія этой горы, весьма близкой отъ лУннаго края. *Гюйгенсъ* представляетъ третій пикъ принадлежащій цѣпи лунныхъ Апеннинова.

Изысканія Бэра и Мэдлера выставили все достоинство трудовъ Гевелія, благодаря которому высота лунныхъ горъ сдѣлалась извѣстною ранѣе чѣмъ высота горъ земныхъ.

Е. (стран. 41).

О свѣтлыхъ пятнахъ на лунномъ дискѣ и о вулканахъ горящихъ на лунѣ.

На лунномъ дискѣ представляются ограниченныя мѣстности, которыя своимъ блескомъ столь рѣзко отличаются отъ всѣхъ другихъ частей лунной поверхности, что нѣкоторые астрономы (впрочемъ весьма осторожные въ своихъ предположеніяхъ) приходили къ заключенію, что такія мѣста имѣютъ собственный свой свѣтъ, случайно совокупляющійся съ солнечнымъ, отражаемымъ матеріальною поверхностью луннаго тѣла.

Гевелій думалъ, напримѣръ, что лунная мѣстность *Аристархъ* есть нынѣ горящій вулканъ; но другіе наблюдатели объясняли блескъ этой мѣстности параболическою ея формою. Тщательное соображеніе всѣхъ обстоятельствъ явленія приводитъ къ заключенію, что сильный блескъ *Аристарха* и нѣкоторыхъ другихъ лунныхъ мѣстностей зависитъ преимущественно отъ особенностей въ отражательной способности различныхъ веществъ составляющихъ лунную поверхность; что же касается до явленія перемѣжаемости блеска замѣченнаго въ Аристархѣ, то она представляетъ оптическій обманъ, причина котораго кроется въ нашей атмосферѣ.

Хотя большинство новѣйшихъ астрономовъ отрицаетъ

существованіе на лунѣ нынѣ горящихъ вулкановъ, и даже присутствія огня на нашемъ спутникѣ, мы считаемъ однакожъ долгомъ упомянуть здѣсь о наблюденіяхъ, которыя повидимому приводятъ къ совершенно противному заключенію.

Лувиль говоритъ что, во время полнаго затмѣнія 3-го мая 1715, онъ замѣтилъ на поверхности луны какъ бы вспышки или мгновенные проблески свѣтлыхъ лучей; это явленіе походило на то которое представляетъ зажиганіе пороховыхъ приводовъ къ минамъ. Вспышки эти были мгновенныя и появлялись то въ одномъ мѣстѣ, то въ другомъ, особливо же со стороны вхожденія. Лувиль видѣлъ эти проблески только близъ восточнаго края; другіе же увѣряютъ что замѣтили ихъ даже въ самомъ центрѣ. По мнѣнію упомянутаго наблюдателя, во время наблюденнаго имъ затмѣнія, въ лунной атмосферѣ происходили грозы, и змѣистые лучи свѣта имъ видѣнныя были не что иное, какъ молніи подобныя нашимъ земнымъ.

При всемъ уваженіи своемъ къ Лувилю и къ Галлею наблюдавшему съ нимъ рядомъ, Араго объясняетъ упомянутыя выше молніи явленіями земной атмосферы, пролагавшимися на лунѣ. Наблюдатели солнца не рѣдко замѣчали прохожденіе свѣтлыхъ точекъ чрезъ поле ихъ трубы; а вѣдь падающія звѣзды бываютъ всевозможныхъ величинъ и являются во всякое время сутокъ. Араго полагаетъ что молніи видѣнныя на лунѣ Галлеемъ и Лувилемъ были ничто иное какъ весьма маленькія падающія звѣзды, которыя, какъ извѣстно, движутся иногда по искривленнымъ линіямъ.

Свѣтлая точка видѣнная Дономъ Антономъ де-Уллоа, во время полнаго солнечнаго затмѣнія, случившагося въ 1778 году, не была замѣчено ни кѣмъ другимъ, и вѣроятно представляла оптическую иллюзію, а не явленіе огня на поверхности нашего спутника.

Въ концѣ апрѣля 1787, Гершель представилъ лондонскому королевскому обществу записку *О трехъ лунныхъ вулканахъ*, обратившую на себя общее вниманіе и сильно подѣйствовавшую на воображеніе современниковъ. Въ этой запискѣ авторъ говоритъ, что 19-го апрѣля 1787, онъ замѣтилъ въ темной или не освѣщенной части луннаго диска три горящіе вулкана: два изъ нихъ казалось угасали, но третій былъ въ полномъ разгарѣ. Гершель былъ такъ увѣренъ въ дѣйствительности этого явленія, что на другой день послѣ перваго наблюденія онъ писалъ: «Вулканъ горитъ сильнѣе чѣмъ въ прошлую ночь». Истинный поперечникъ вулканическаго свѣта составлялъ около 5-ти верстъ. Его напряженіе казалось значительно сильнѣе свѣта ядра кометы бывшей въ то время надъ горизонтомъ. Знаменитый астрономъ присовокупилъ: «Предметы находящіеся по близости жерла слабо освѣщаются выходящимъ изъ него свѣтомъ». Наконецъ, говоритъ Гершель: «Это изверженіе весьма походитъ на то, котораго я былъ свидѣтелемъ 4-го мая 1783».

Гершель возвратился къ вопросу о мнимыхъ вулканахъ нынѣ горящихъ на лунѣ, только въ 1791 году. Въ томѣ *Философскихъ трансакцій* 1792 года, онъ говоритъ, что, 22 октября 1790 года, направивъ на Луну, находившуюся тогда въ полномъ затмѣніи, двадцати-футовой телескопъ увеличивавшій въ 360 разъ, онъ увидѣлъ на поверхности затмѣннаго свѣтила около 150 красныхъ и весьма свѣтлыхъ точекъ. При этомъ онъ выразился съ крайнею осторожностію относительно ихъ сходства между собою, ихъ сильнаго блеска и ихъ замѣчательнаго цвѣта. Араго полагаетъ, что это явленіе было естественнымъ слѣдствіемъ освѣщенія сильно преломленными лучами солнца наиболѣе свѣтлыхъ мѣстностей луннаго диска.

Слѣдующія наблюденія, напечатанныя также въ *Философскихъ трансакціяхъ*, заслуживаютъ вниманія уже потому, что они заинтересовали Мэскелейна, тогдашняго директора гриничской обсерваторіи.

Архитекторъ Уилькинсъ, въ Норвегіи, 7-го марта 1794, замѣтилъ простымъ глазомъ, на не освѣщенной части луны, свѣтлое пятно равнявшееся звѣздѣ третьей величины. Явленіе это продолжалось около пяти минутъ, и во все это время неизмѣнило ни своего положенія, ни формы. Та же самая свѣтлая точка была въ то же время замѣчена въ Лондонѣ слугою лэди Бутъ (Boot). Араго̀ полагаетъ что Уилькинсъ и слуга лэди Бутъ приняли свѣтлую звѣзду Альдебаранъ, которую луна покрывала въ тотъ же вечеръ, за свѣтлое пятно находившееся будто бы на неосвѣщенной поверхности луны.

Въ *Селенографіи* Шрётера нѣтъ ясныхъ и точныхъ указаній относительно вопроса насъ занимающаго. Искусные и неутомимые наблюдатели луны, Бэръ и Мэдлеръ, съ своей стороны, положительно утверждаютъ, что во все теченіе ихъ долголѣтнихъ наблюденій, они никогда не замѣчали ничего могущаго подать поводъ къ предположенію, что на лунѣ существуютъ понынѣ горящіе вулканы, или атмосфера служащая театромъ для грозъ похожихъ на наши земныя.

Ж. (стран. 45).

О прохожденіяхъ Венеры по солнечному диску и о параллаксѣ солнца.

Еслибы Венера двигалась въ плоскости эклиптики, то она пролагалась бы на солнечномъ дискѣ въ каждое изъ своихъ нижнихъ соединеній; но такъ какъ плоскость орбиты этой планеты наклонена къ плоскости эклиптики подъ угломъ 3°24′, то эклиптикальныя соединенія случаются только тогда, когда планета находится вблизи одного изъ узловъ своей орбиты. Вычисленіе показываетъ, что прохожденіе Венеры, соотвѣтствующее одному узлу, можетъ повториться чрезъ 8 лѣтъ, а потомъ только по прошествіи 235 лѣтъ. Соединеніе близъ нисходящаго узла случилось въ 1761 году, повторилось въ 1769, и вновь повторится не ранѣе какъ въ 2004. Прохожденіе близъ восходящаго узла случилось въ 1639 году и вновь произойдетъ въ 1874.

Такъ какъ земля видимая съ солнца является нынѣ въ двухъ узлахъ венериной орбиты въ декабрѣ и іюнѣ мѣсяцахъ, то именно въ эти двѣ эпохи года, въ теченіе долгихъ вѣковъ, будутъ наблюдаемы прохожденія Венеры по солнцу.

Первое наблюденіе такого явленія было совершено Хорроксомъ (Horrockes) и Крэбтри (Crabtree), близъ Ливерпуля, 4 декабря 1639 года. Это наблюденіе привело Хоррокса въ поэтическій восторгъ, который излился миѳологическимъ диѳирамбомъ въ честь соединенія Венеры съ солнцемъ.

Слѣдующая табличка представляетъ эпохи прохожденій Венеры по солнечному диску, со времени изобрѣтенія зрительныхъ трубъ до конца XXV вѣка христіанскаго лѣтосчисленія.

1639	4 декабря.
1761	5 іюня.
1769	3 іюня.
1874	8 декабря.
1882	6 декабря.

2004	7 іюня.
2012	5 іюня.
2117	10 декабря.
2125	8 декабря.
2247	11 іюня.
2255	8 іюня.
2360	12 декабря.
2368	10 декабря.

Рѣдкость явленія, по выраженію Деламбра, еще болѣе возвышаетъ его интересъ.

Представленная нами таблица была вычислена Деламбромъ. Мы должны замѣтить, что небольшія неточности относительно движенія узла и измѣненія въ наклоненіи орбиты, могутъ перемѣстить планету, въ моментъ ея соединенія, выше или ниже солнечнаго диска, такъ что предсказанное прохожденіе можетъ неисполниться. Эпохи выше приведенныя могутъ служить только указаніемъ временъ въ которыя такія прохожденія возможны. Точное вычисленіе широты Венеры, совершенное за нѣсколько лѣтъ ранѣе тѣхъ эпохъ, покажетъ—будетъ ли предстоящее соединеніе дѣйствительно эклиптикальнымъ?

Мы полагаемъ что читателю будетъ пріятно найти здѣсь нѣкоторыя свѣдѣнія объ изысканіяхъ относительно разстоянія земли отъ солнца, или другими словами, о параллаксѣ солнца, вопросѣ рѣшенію котораго сильно способствовали наблюданія прохожденій Венеры по солнцу.

Птолемей и его современники, а послѣ нихъ Коперникъ и Тихонъ Браге, полагали что разстояніе солнца отъ земли равняется 1,200 земнымъ радіусамъ. Кеплоръ, безъ всякихъ доказательствъ, доводилъ его до 3,500 радіусовъ. Рикчіоли, столь же произвольно, удвоивалъ разстояніе данное Кеплеромъ, тогда какъ Гевелій увеличивалъ его только на половину. Галлей, въ 1716 году, полагалъ что параллаксъ Солнца долженъ быть менѣе 15″, основываясь на странномъ соображеніи, что еслибы этотъ параллаксъ дѣйствительно составлялъ 15″, то луна была бы болѣе Меркурія, что, по его мнѣнію, было противно гармоніи системы міра. Онъ остановился окончательно на параллаксѣ въ 12″.5, что даетъ разстояніе солнца отъ земли въ 16,500 земныхъ радіусовъ.

Ришэ, изъ наблюденій Марса, вывелъ солнечный параллаксъ въ 9″.5, соотвѣтствующій разстоянію солнца отъ земли въ 21,712 земныхъ радіусовъ.

Кассини, при помощи Рёмера и Седильо, также изъ наблюденій противостоянія Марса, вывелъ солнечный параллаксъ въ 9″.8, соотвѣтствующій разстоянію земли отъ солнца въ 21,048 земныхъ радіусовъ.

Флэмстидъ, также изъ наблюденій Марса, нашелъ что солнечный параллаксъ менѣе 10″; а Маральди, тою же самою методою, нашелъ его равнымъ 10″, что соотвѣтствуетъ разстоянію солнца отъ земли въ 20,626 земныхъ радіусовъ.

Поундъ и Брэдлей, въ 1719 году, также изъ параллакса Марса, вывели для предѣловъ солнечнаго параллакса числа 12″ и 9″.

Лакайль, въ 1751 году, изъ наблюденій Марса на мысѣ Доброй Надежды, сравненныхъ съ европейскими, вывелъ солнечный параллаксъ въ 10″.25, соотвѣтствующій разстоянію нашего шара отъ солнца = 20,123 земныхъ радіуса. Изъ наблюденій же нижняго соединенія Венеры (хотя и не эклиптикальнаго), совершенныхъ въ томъ же году и сравненныхъ съ европейскими, Лакайль получилъ средній параллаксъ солнца въ 10″.4, что соотвѣтствуетъ разстоянію отъ насъ до солнца въ 19,871 земной радіусъ.

Таковы были наши познанія о разстояніи солнца въ 1761 году, когда случилось прохожденіе Венеры по сол-

нечному диску. Наблюденія этого прохожденія, совершенныя на мысѣ Доброй Надежды, въ Лапландіи и въ Тобольскѣ дали уголъ подъ которымъ земля видима съ солнца, въ среднемъ ихъ разстояніи, равнымъ приблизительно 9″.

Для наблюденія прохожденія Венеры въ 1769 году, парижскій академикъ, аббатъ Шапъ отправился въ Калифорнію и умеръ тамъ вскорѣ послѣ наблюденія которое ему было поручено. Кукъ и Гримъ отправились на Отаити. Деймондъ и Уэльсъ расположились въ сѣверной Америкѣ, близъ Гудзонова залива. Калль наблюдалъ въ Мадрасѣ, въ Индіи. Іезуитъ Хель отправился въ Вардехузъ, на сѣверной оконечности Европы. Шведъ Планманъ наблюдалъ въ Каянебургѣ, въ Финляндіи; а петербургскіе астрономы избрали Русскую Лапландію.

Средній результатъ изъ всѣхъ наблюденій далъ для параллакса Солнца 8″.59; а по новѣйшимъ вычисленіямъ Энке = 8″.58. Это соотвѣтствуетъ разстоянію Солнца отъ Земли въ 23,984 земныхъ радіуса, или 134,364,360 верстъ.

Позволяемъ себѣ, въ заключеніе, привести разсказъ о несчастіи, случившемся въ то время съ астрономомъ Лежанти (Le Gentil). Онъ отправился въ 1761 году въ Пондишери, для наблюденія явленія; но, вслѣдствіе случайностей морскаго путешествія, находился еще въ морѣ, когда случилось явленіе прохожденія планеты по солнцу. Онъ рѣшился тогда прождать на мѣстѣ 8 лѣтъ до новаго прохожденія въ 1769 году; но, въ самый моментъ явленія, маленькое облако скрыло солнце отъ глазъ несчастнаго астронома и слетѣло съ дневнаго свѣтила немедленно по окончаніи явленія.

---

3. (стран. 56).

О кольцахъ Сатурна.

Слѣдующая таблица показываетъ угловыя величины Сатурнова кольца и частей его составляющихъ, для средняго разстоянія Сатурна отъ земли:

Внѣшній діаметръ внѣшняго кольца . . .	40″.09
Внутренній » » » . . .	35.29
Внѣшній » внутренняго » . . .	34.47
Внутренній » » » . . .	26.67
Ширина внѣшняго кольца	2.40
Ширина промежутка между кольцами . .	0.41
Ширина внутренняго кольца	3.90
Разстояніе между внутреннимъ краемъ кольца и планетою	4.34

Изъ этихъ размѣровъ выводится, что внѣшній поперечникъ внѣшняго кольца составляетъ 71,174 льё, по 4,000 метровъ въ каждой (по 3¾ версты); что внутренній діаметръ внѣшняго кольца имѣетъ 62,643 льё; что внѣшній поперечникъ главнаго внутренняго кольца имѣетъ 61,198 льё, и что внутренній поперечникъ того же кольца составляетъ 47,339 льё. Отсюда слѣдуетъ, что ширина внѣшняго кольца = 4,265 льё; а внутренняго = 6,930; ширина промежутка раздѣляющаго два главные кольца = 723 льё; полная ширина двойнаго кольца = 11,918 льё; наконецъ, промежутокъ отдѣляющій внутренній край кольца отъ поверхности планеты = 9,314 льё. Толщина кольца, повидимому, не превосходитъ 100 льё.

Мы сейчасъ говорили о двухъ главныхъ кольцахъ, полагая что общее кольцо Сатурна состоитъ изъ двухъ частей. Промежутокъ ихъ раздѣляющій находится ближе

къ внѣшнему краю чѣмъ къ внутреннему. Многіе астрономы неоднократно замѣчали слѣды гораздо бо́льшаго числа раздѣленій, что и повело къ заключенію о существованіи четырехъ или пяти концентрическихъ колецъ находящихся приблизительно въ одной плоскости.

Кольцо Сатурна имѣетъ свѣтъ чувствительно болѣе яркій чѣмъ свѣтъ планеты. Что же касается до сравненія свѣта внѣшняго кольца со свѣтомъ внутренняго, то послѣдній значительно ярче перваго.

Намъ остается еще сказать нѣсколько словъ о чрезвычайныхъ странностяхъ, замѣченныхъ въ новѣйшее время въ этой страннѣйшей изъ всѣхъ планетъ. Новѣйшія наблюденія указываютъ, повидимому, что, даже въ настоящее время, на Сатурнѣ, или правильнѣе на его кольцѣ, происходятъ вещественные перевороты, о которыхъ трудно составить себѣ идею.

Удивительные перевороты, о которыхъ мы сейчасъ упоминали, были впервые замѣчены 11 ноября 1850, астрономомъ Г. П. Бондомъ, ассистентомъ на харвардской обсерваторіи, близь Кэмбриджа, въ Америкѣ. Въ упомянутую эпоху, Бондъ замѣтилъ свѣтъ внутри кольца: этотъ свѣтъ казалось внезапно оканчивался не достигнувъ еще до тѣла планеты. Чрезъ четыре дня, то есть 15 ноября, В. К. Бондъ, разсматривая Сатурна различными окулярами, между прочимъ при увеличеніи въ 400 разъ, явственно замѣтилъ то же самое явленіе, состоявшее въ образованіи новаго кольца. Новое кольцо казалось хорошо опредѣленнымъ и край его не касался планеты. Наблюдателю казалось что новое кольцо не находилось въ прикосновеніи со старымъ, хотя онъ и не можетъ поручиться за точность этого замѣчанія. Онъ прослѣдилъ за новымъ кольцомъ, даже по самому тѣлу планеты. Первый изъ упомянутыхъ нами астрономовъ, употребляя увеличенія отъ 140 до 400 разъ, не могъ удостовѣриться — касалось ли новое кольцо къ старому; но внутренній край его казался хорошо опредѣленнымъ. Второй изъ упомянутыхъ Бондовъ, при помощи сильныхъ увеличеній, неоднократно подозрѣвалъ, что между старымъ и новымъ кольцомъ существуетъ промежутокъ.

Измѣренія обоихъ Бондовъ даютъ 2″.3 для ширины внѣшняго кольца, и 1″.5 для ширины новаго кольца. 7-го января, американскіе астрономы вполнѣ убѣдились въ дѣйствительности изъ предшествовавшихъ наблюденій.

Почти въ то же самое время, какъ совершались въ Америкѣ упомянутыя открытія, англійскіе астрономы также обратили свое вниманіе на явленія представляемыя Сатурномъ. 3-го Декабря 1850, весьма извѣстный любитель астрономіи, суконный фабрикантъ въ Старфильдѣ (близь Ливерпуля), г. Лассель, посѣтивъ также извѣстнаго любителя астрономіи Доуса (Dawes), въ Уэтеринбургѣ, направилъ на Сатурна рефракторъ Мерца имѣвшій 6½ дюймовъ въ отверстіи. При увеличеніи доходившемъ почти до 300 разъ, Лассель замѣтилъ какъ бы свѣтлый покровъ, которымъ, на обѣихъ оконечностяхъ кольца, закрывалась половина пространства заключающагося между внутреннимъ краемъ стариннаго кольца и краемъ планеты. Вслѣдствіе извѣщенія Ласселя, Хайндъ повѣрилъ тоже самое наблюденіе въ Лондонѣ. Того же 3-го декабря, самъ Даусъ, употребляя увеличенія отъ 300 до 600 разъ, видѣлъ новое кольцо и замѣтилъ нѣсколько темный (но не совершенно черный) промежутокъ между краемъ новаго кольца наиболѣе удаленнымъ отъ планеты и между внутреннимъ краемъ стараго кольца.

И. (стран. 56).

Объ осьмомъ спутникѣ Сатурна.

Гюйгенсъ, 25 марта 1655 года, открылъ одного изъ спутниковъ Сатурна, перваго изъ видѣнныхъ глазомъ земножителя. Тою же самою трубою онъ бы могъ открыть еще нѣсколько другихъ спутниковъ той же самой планеты; но онъ вовсе не искалъ ихъ, вслѣдствіе систематическихъ идей тогдашняго времени. Открытіе сатурнова спутника приводило число спутниковъ къ числу планетъ нашей системы (*); а по стариннымъ мнѣніямъ, отъ которыхъ не могъ отрѣшиться великій геометръ и астрономъ, невозможно было допустить чтобы число планетныхъ спутниковъ превосходило число главныхъ планетъ. Если нерѣдко теорическія воззрѣнія приводятъ къ блестящимъ открытіямъ, то, на этотъ разъ, дѣйствіе ихъ было совершенно противоположное.

Трубы, которыми Гюйгенсъ открылъ сатурнова спутника имѣли 4 метра и $7\frac{1}{2}$ метровъ длины; а стекла ихъ были вышлифованы руками самаго Гюйгенса.

Въ концѣ октября 1671 года, Жанъ Доминикъ Кассини замѣтилъ новаго спутника Сатурна, а 23-го декабря еще третьяго спутника. Наблюденія 1671 года совершены трубою въ $5\frac{1}{2}$ метровъ, а 1672 года, трубами въ $11\frac{1}{3}$ и въ $22\frac{2}{3}$ метровъ.

Въ мартѣ 1684, Кассини открылъ еще двухъ спутниковъ Сатурна, при помощи четырехъ предметныхъ стеколъ Компани, имѣвшихъ фокусныя разстоянія отъ 22-хъ до 44-хъ метровъ.

(*) Изъ планетъ, во времена Гюйгенса, были извѣстны: Меркурій, Венера, Земля, Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ, всего шесть. Изъ спутниковъ же знали: луну и четырехъ спутниковъ Юпитера; новооткрытый спутникъ Сатурна доводилъ число этихъ второстепенныхъ планетъ также до шести.

28-го августа 1789, громадный сорока-футовый телескопъ показалъ Уйльяму Гершелю шестаго, и 18-го сентября, седьмаго спутника Сатурна. Такимъ образомъ число спутниковъ этой планеты доведено было до семи.

Прошло около шестидесяти лѣтъ, и вдругъ, въ сентябрѣ 1848 года, осьмой спутникъ Сатурна былъ почти одновременно открытъ Бондомъ въ Кэмбриджѣ (въ Америкѣ) и Ласселемъ въ Ливерпулѣ (въ Англіи).

Долгіе промежутки времени протекшіе между эпохами этихъ различныхъ открытій объясняются трудностію подобнаго рода наблюденій. Патеръ Вико и его сотрудники на обсерваторіи римскаго коллегіума доказали что меньшіе изъ сатурновыхъ спутниковъ могутъ быть видимы трубами посредственной величины только въ исключительныхъ обстоятельствахъ и при помощи извѣстнаго рода пріема.

Въ эпоху открытія сатурновыхъ спутниковъ, они были обозначаемы нумерами соотвѣтствовавшими порядку ихъ открытія: такъ что перво-открытый спутникъ назывался *первымъ*; открытый вслѣдъ за тѣмъ назывался *вторымъ* и т. д. Но эти свѣтила были открываемы не по порядку ихъ разстоянія отъ планеты, или ихъ величинъ: поэтому, для избѣжанія недоразумѣній, было необходимо замѣнить нумера порядка открытія или величинъ собственными именами избранными произвольно. Этой потребности удовлетворилъ Сэръ Джонъ Гершель въ 1847 году. Онъ назвалъ ближайшаго къ планетѣ спутника ***Мимасомъ;*** слѣдующаго за нимъ ***Энцеладомъ;*** третьяго ***Тетисомъ;*** четвертаго ***Діонеею;*** пятаго ***Реею;*** шестаго ***Титаномъ;*** седьмаго ***Иперіономъ***, и наконецъ, осьмаго ***Яфетомъ.*** Еслибы случилось открытіе девятаго спутника, то онъ могъ бы быть постав-

ленъ въ рядъ нисколько не измѣняя принятой выше номенклатуры.

Слѣдующая таблица заключаетъ въ себѣ историческій перечень системы сатурновыхъ спутниковъ.

Имена спутниковъ.	Порядокъ открытія.	Имена открывателей.	Эпохи открытій.
Мемасъ	7	Гершель	17 сентября 1789.
Энцеладъ	6	Гершель	21 августа 1789.
Тетисъ	5	Кассини	въ мартѣ 1684.
Діонея	4	Кассини	въ мартѣ 1684.
Рея	3	Кассини	23 декабря 1672.
Титанъ	1	Гюйгенсъ	25 марта 1655.
Иперіонъ	8	Бондъ и Лассель	въ сентябрѣ 1848.
Яфетъ	2	Кассини	въ октябрѣ 1671.

Разстояніе Мимаса отъ центра Сатурна составляетъ 48,233 льё; отъ поверхности планеты 33,878 льё, и 12,646 льё отъ кольца (каждая льё въ 4,000 метровъ).

Титанъ есть самый большой изъ сатурновыхъ спутниковъ и его кажущійся діаметръ составляетъ около $^1/_{16}$ поперечника планеты.

I. (стран. 58).

О спутникахъ Урана.

Число спутниковъ Гершелевой планеты намъ неизвѣстно съ точностію. Великій астрономъ упоминаетъ о шести спутникахъ, изъ которыхъ двухъ (II и IV) онъ называетъ *главными*, а остальныхъ *придаточными*. Объ этихъ придаточныхъ спутникахъ онъ говоритъ: что оптическая сила его телескопа недостаточна для опредѣленія въ точности не только ихъ положеній, но даже ихъ числа.

Послѣ сэра Уильяма, сынъ его Джонъ Гершель первый занялся спутниками Урана и наблюдалъ ихъ отъ 1828 до 1832 года; но, къ сожалѣнію, Уранъ въ то время находился въ сѣверномъ полушаріи весьма близко къ горизонту, такъ что ему удалось видѣть и наблюдать только двухъ главныхъ спутниковъ; четырехъ же придаточныхъ, послѣ открытія ихъ Уильямомъ Гершелемъ, не видѣлъ ни одинъ изъ астрономовъ. Только мюнхенскій астрономъ Ламонъ утверждаетъ, что вечеромъ 1-го октября 1837 года, онъ видѣлъ и наблюдалъ шестаго изъ извѣстныхъ тогда урановыхъ спутниковъ.

Осенью 1847 года, пулковскій астрономъ Оттонъ Струве наблюдалъ одного изъ придаточныхъ спутниковъ и видѣлъ его 1-го ноября болѣе блестящимъ, чѣмъ два главные спутника.

Новѣйшее открытіе Ласселя придало еще болѣе интереса изученію урановой системы. Этотъ астрономъ, 24-го, 28-го и 30-го октября и 2-го ноября 1851 года, ясно наблюдалъ двухъ новыхъ спутниковъ, находившихся къ планетѣ еще ближе спутниковъ открытыхъ Уильямомъ Гершелемъ. Такимъ образомъ, нынѣ число видѣнныхъ астрономами спутниковъ Урана простирается до осьми.

Наблюденіе этихъ чрезвычайно слабыхъ свѣтилъ требуетъ большаго искусства и чрезвычайно сильныхъ инструментовъ. Оба Гершеля употребляли для своихъ наблюденій телескопы въ 40 и въ 20 футовъ длиною. Ламонъ открылъ двухъ новыхъ спутниковъ Урана мюнхенскимъ ахроматическимъ рефракторомъ въ 15 футовъ фокусной длины. Эти два спутника, ближайшіе къ планетѣ чѣмъ гершелевы, измѣняютъ порядокъ нумеровъ установленный Гершелемъ.

Въ настоящее время, изъ усмотрѣнныхъ осьми ура-

новыхъ спутниковъ, мы знаемъ съ достовѣрностію о существованіи семи, именно:

I и II спутники, открытые Ламономъ;

III спутникъ, видѣнный О. Струве и Ласселемъ;

IV и VI главные спутники:

V, промежуточный между главными, видѣнный Ласселемъ.

VIII спутникъ, видѣнный Ламономъ.

Не безъ основанія можно подозрѣвать что у Урана есть еще и другіе спутники, которые, если не вѣчно, то еще долгое время останутся недоступными для наблюденій земныхъ астрономовъ.

Для наблюденія спутника, видѣннаго г. Струве, не столько нужна огромная оптическая сила инструмента, сколько точность представляемыхъ имъ изображеній. Новый урановъ спутникъ не тусклѣе двухъ главныхъ, и всѣ инструменты, показывающіе сихъ послѣднихъ, довольно сильны для открытія перваго, требующаго впрочемъ, по причинѣ близости планеты, большей ясности и опредѣлительности изображеній.

Касательно остальныхъ придаточныхъ спутниковъ Урана, г. Струве не рѣшается еще высказать опредѣлительнаго мнѣнія. Разрѣшеніе вопроса объ ихъ существованіи, по мнѣнію нашего астронома, зависитъ только отъ времени, потому что въ подобныхъ изысканіяхъ можно подаваться впередъ шагъ за шагомъ. Къ счастію современныхъ наблюдателей, Уранъ съ каждымъ годомъ поднимается теперь надъ экваторомъ все выше и выше (*) и слѣдовательно представляетъ болѣе удобствъ для сѣвер-

(*) См. Записку г. Струве о спутникахъ Урана въ Bulletin de la classe physico-mathématique de l'Acad. de St.-Petersbourg, № 145 и 146; Astronomische Nachrichten № 623.

наго наблюдателя. Весьма вѣроятно, заключаетъ г. О. Струве, что если предположенные Гершелемъ спутники дѣйствительно существуютъ, то уже не долго будутъ продолжать скрываться отъ глазъ европейскихъ астрономовъ. Это предсказаніе знаменитаго пулковскаго астроноаа не замедлило оправдаться, какъ мы выше упомянули, осенью 1851 года.

Урановы спутники принадлежатъ къ самымъ труднымъ для наблюденій небеснымъ предметамъ и усматриваются только самыми сильными и превосходно исполненными инструментами. Сэръ Джонъ Гершель предложилъ пробу, помощію которой каждый астрономъ можетъ убѣдиться, годенъ ли его телескопъ для наблюденія урановыхъ спутниковъ.

Между звѣздами β^1 и β^2 созвѣздія Козерога, почти по самой срединѣ и немного къ сѣверу отъ прямой линіи соединяющей эти звѣзды, находится маленькая двойная звѣзда, состоящая изъ двухъ свѣтилъ 16 и 17 величины, на разстояніи 3″ другъ отъ друга. Эти двѣ мельчайшія звѣзды, по увѣренію англійскаго астронома, суть блестящія свѣтила въ сравненіи съ урановыми спутниками, и телескопъ, который не показываетъ этихъ двухъ звѣздъ 16 и 17 величинъ съ совершенною ясностію, отнюдь не годится для отысканія и наблюденія урановыхъ спутниковъ, какъ свѣтилъ гораздо слабѣйшихъ.

При этихъ наблюденіяхъ необходимо употреблять увеличеніе, по-крайней-мѣрѣ, въ 300 разъ. Всего же лучше, при весьма сильныхъ трубахъ, брать увеличенія отъ 600 до 800 разъ, если только состояніе атмосферы и другія обстоятельства тому не препятствуютъ.

К. (стран. 58).

О Нептунѣ.

Открытіе Нептуна представляетъ разительный примѣръ проницательности ума и торжества математическаго анализа. Въ самомъ дѣлѣ, открытіе Нептуна рѣзко отличается отъ открытія Урана и малыхъ планетъ называемыхъ астероидами. Уранъ былъ замѣченъ Гершелемъ какъ свѣтило, имѣющее весьма замѣтный поперечникъ, постоянно увеличивавшійся при увеличеніи оптической силы трубы. При томъ же, собственное его движеніе между звѣздами довольно замѣтно даже въ короткій промежутокъ времени. Уранъ, Церера, Паллада и Юнона открыты случайно; Веста открыта вслѣдствіе обдуманнаго Ольберсомъ плана; остальные астероиды, при сличеніи дѣйствительнаго вида неба съ звѣздными картами. При всѣхъ этихъ отысканіяхъ планетъ, никто не могъ ручаться за вѣрный успѣхъ и счастье было весьма сильнымъ помощникомъ искусству астрономовъ.

Совершенно противное обстоятельство встрѣчаемъ въ открытіи Нептуна, котораго Леверрье нашелъ, вовсе не видавши, однимъ усиліемъ ума, не прибѣгая ни къ какому предположенію, но единственно основываясь на несомнѣнной теоріи всеобщаго тяготѣнія. Леверрье вычисленіями своими не только строго доказалъ существованіе новой планеты за орбитою Урана, но еще назначилъ астрономамъ то мѣсто тверди небесной, въ которомъ надобно ее искать и гдѣ ее дѣйствительно нашли. Цѣлая исторія астрономіи не представляетъ въ этомъ родѣ ничего подобнаго столь блистательному открытію.

Со времени открытія Урана въ 1781 году, астрономы собрали большой рядъ хорошихъ наблюденій этой планеты;

теорическими же изслѣдованіями начали заниматься только съ того времени, когда Лапласъ издалъ третій томъ своей *Небесной Механики* и подробно объяснилъ въ немъ возмущенія, происходящія въ пути Урана отъ вліянія Юпитера и Сатурна. Эта книга вышла въ свѣтъ въ 1820 году, а въ слѣдующемъ году, Буваръ, другъ и сотрудникъ Лапласа, руководствуясь его теоріями, издалъ таблицы положеній Урана въ небѣ. Для составленія этихъ таблицъ онъ не только воспользовался новыми наблюденіями планеты, но даже и тѣми, которыя были сдѣланы надъ Ураномъ прежде открытія его Гершелемъ. Извѣстно, что нѣкоторые астрономы видѣли и наблюдали Урана ранѣе Гершеля, но считали его обыкновенно звѣздою 6 величины. Боде, пересматривая каталоги зодіакальныхъ звѣздъ, составленные при гёттингенской обсерваторіи, замѣтилъ, что въ созвѣздіи Рыбъ недоставало одной звѣзды 6 величины, которую Тобіасъ Майеръ наблюдалъ въ 1756 году, на томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ по вычисленію надлежало быть тогда Урану. Впослѣдствіи отыскали еще 18 такихъ случайныхъ наблюденій, сдѣланныхъ Флэмстидомъ, Брэдлеемъ и Лемонье, изъ которыхъ древнѣйшее восходитъ до 1690 года.

Буваръ сперва намѣренъ былъ основать свои вычисленія, какъ на упомянутыхъ старинныхъ наблюденіяхъ, такъ и на тѣхъ, которыя были сдѣланы въ новѣйшее время. Вскорѣ однакожъ онъ встрѣтилъ неожиданное затрудненіе въ томъ, что наблюденія, предшествовавшія открытію Урана, не могли быть выражены одинаковыми элементами съ наблюденіями, сдѣланными послѣ открытія этой планеты Гершелемъ. Довѣряя болѣе точности новѣйшихъ наблюденій, Буваръ основалъ свои таблицы исключительно на сихъ послѣднихъ; въ предисловіи своемъ онъ замѣтилъ однакожъ, что время покажетъ — происхо-

дитъ ли упомянутое затрудненіе и разногласіе отъ ошибокъ прежнихъ наблюденій, или оно зависитъ отъ дѣйствія какой нибудь посторонней силы, не принятой въ соображеніе: напримѣръ, отъ притяженія оказываемаго на Урана *неизвѣстною намъ еще планетою*.

Между тѣмъ, по мѣрѣ удаленія отъ 1820 года, таблицы Бувара начали опять болѣе и болѣе разногласить съ небомъ. Директоръ гриничской обсерваторіи Эйри (Airy) объяснилъ это очень убѣдительно кэмбриджскими наблюденіями, производившимися подъ его руководствомъ съ 1828 года. Въ 1845 году погрѣшность буваровыхъ таблицъ возрасла уже до 120 секундъ, такъ что въ эту эпоху они столь же мало соглашались съ новыми наблюденіями, какъ и со старинными; эти таблицы оказывались удовлетворительными только для промежутка времени между 1780 и 1820 годами.

Опять между астрономами возобновились сомнѣнія и догадки; но для рѣшенія ихъ должно было сперва изслѣдовать, не зависѣло ли несогласіе таблицъ отъ несовершенства принятой Буваромъ теоріи и отъ нѣкоторыхъ погрѣшностей въ его вычисленіяхъ, исключая при этомъ всякое предположеніе о существованіи еще недоказанныхъ постороннихъ силъ. Къ такому предположенію могла вести законнымъ образомъ только одна дознанная необходимость въ допущеніи участія посторонней, не принятой до того въ соображеніе силы.

На этотъ вопросъ прежде всего обратилъ свое вниманіе французскій геометръ Леверрье. Въ 1845 году, по приглашенію Ф. Д. Араго, Леверрье занялся изслѣдованіемъ движеній Урана; онъ критически пересмотрѣлъ теорію Лапласа, вычислилъ съ большою точностію возмущенія, зависящія отъ дѣйствія Юпитера и

Сатурна (*), и показалъ, что между упомянутыми возмущеніями есть такія, которыя были пропущены Лапласомъ безъ достаточной причины.

Результаты этихъ исчисленій были представлены парижской академіи наукъ въ запискѣ, читанной въ засѣданіи 10-го ноября 1845 г. Здѣсь были выставлены многія ошибки, находившіяся въ вычисленіяхъ Бувара. Надобно замѣтить, что прежняя теорія Урана была несовершенна, не только потому, что въ ней возмущенія опредѣлены съ недостаточною вѣрностію, но еще потому, что эти невѣрности служили поводомъ къ другимъ, гораздо большимъ ошибкамъ. Въ самомъ дѣлѣ, когда помощію наблюденій опредѣляютъ эллиптическіе элементы планеты, то прежде всего изъ наблюденныхъ положеній исключаютъ соотвѣтственныя величины возмущеній; разность изобразитъ мѣсто, принадлежащее планетѣ на правильномъ эллиптическомъ ея пути. Но если возмущенія вычислены не точно, то эллиптическія положенія свѣтила будутъ также ошибочны, а слѣдовательно и основанные на нихъ элементы должны быть невѣрны. Многочисленность наблюденій здѣсь нисколько не поможетъ дѣлу, потому что всѣ проистекающіе изъ нихъ выводы будутъ содержать нъ себѣ систематическія погрѣшности.

Эти соображенія привели Леверрье къ критическому разбору таблицъ Бувара. Онъ убѣдился тогда въ необходимости оставить старую дорогу и сравненіе наблюденій съ теоріею основать на собственныхъ вычисленіяхъ, независимыхъ отъ таблицъ Бувара. Обширныя изысканія показали однакожъ, что, несмотря на усовершенствованіе прежней теоріи, все-таки остаются отступленія отъ на-

(*) Другія, ближайшія къ солнцу планеты не производятъ чувствительнаго вліянія на путь Урана.

блюденій, которыхъ невозможно объяснить одними невѣрностями элементовъ Урана, и что никакая теорія, приписывающая эти отступленія дѣйствіямъ извѣстныхъ дотолѣ планетъ, не можетъ удовлетворять не только всей совокупности наблюденій, но даже ряду наблюденій съ 1781 по 1845 годъ.

Такимъ строго-логическимъ путемъ, Леверрье достигъ до несомнѣннаго заключенія, что неравенства замѣченныя въ движеніи Урана очевидно указываютъ на вліяніе посторонней, еще неизвѣстной причины.

Чтожъ это за причина? Не происходитъ ли она оттого, что законъ всемірнаго тяготѣнія видоизмѣняется на такомъ огромномъ разстояніи, которое удаляетъ Урана отъ Солнца? Не рождаются ли неправильности въ урановомъ пути отъ повсемѣстно разлитой въ пространствѣ тончайшей жидкости (эѳира), которая противится скорости движущихся въ ней тѣлъ? Не столкновеніе ли Урана съ кометою причинило неправильности замѣченныя въ его движеніи? Или, наконецъ, не происходятъ ли онѣ отъ огромнаго спутника, находящагося весьма близко отъ планеты?

Первые два предположенія опровергаются тѣмъ, что еслибы существовали допущенныя въ нихъ причины, то онѣ непремѣнно обнаруживались бы и въ движеніи другихъ планетъ. Этого однакожъ не замѣчено.

Невѣроятное столкновеніе Урана съ кометою также не можетъ быть искомою причиною. Наблюденія между 1781 и 1820 годами согласны съ прежнею теоріею, и потому предполагаемый ударъ должно допустить или прежде 1781 или послѣ 1820 года. Но, въ первомъ случаѣ, путь планеты остался бы уже постояннымъ съ 1781 года и не было бы причины разногласію теоріи съ практикою послѣ 1820 года. Принявъ же второй случай, что столкновеніе случилось послѣ 1820 года, невозможно объяснить, почему старинныя наблюденія уклоняются отъ теоріи, согласной съ наблюденіями 1781—1820 года.

Еслибы неизвѣстный намъ большой спутникъ Урана былъ виною упомянутыхъ неправильностей, то послѣднія совершались бы въ теченіи короткихъ періодовъ времени, подобно неравенствамъ движенія земли, причиняемымъ луною. А мы видимъ на дѣлѣ, что неравенства Урана возрастаютъ весьма медленно.

За тѣмъ остается только допустить, что на Урана дѣйствуетъ неизвѣстная еще планета, которая непремѣнно должна занимать такое мѣсто, чтобы, дѣйствуя на Урана, не оказать примѣтнаго вліянія на Сатурна и Юпитера, которыхъ движенія объясняются теоріею безъ особыхъ предположеній о существованіи неизвѣстной планеты. Если допустить, что новая планета имѣетъ малую массу и путь ея очень близокъ къ пути Урана, то она не будетъ замѣтно дѣйствовать на Сатурна и Юпитера, но вліяніе ея на Урана будетъ примѣтно только въ теченіе того короткаго времени, когда обѣ планеты сойдутся на ближайшее между собою разстояніе. По причинѣ чрезвычайной медленности ихъ движеній, такое сближеніе могло бы случиться только однажды во весь періодъ извѣстныхъ намъ наблюденій, и тогда осталось бы необъяснимымъ, почему неправильности Урана продолжаются такъ долго.

Нельзя также предположить, чтобы новая планета была удалена отъ Урана на чрезмѣрно огромное разстояніе, потому что тогда должно бы ей приписать большую массу, при которой она дѣйствовала бы не только на Урана, но и на Сатурна.

Вслѣдствіе такихъ ограниченій и принявъ въ соображеніе извѣстный эмпирическій законъ Титія (или Боде) о послѣдовательныхъ прогрессивныхъ разстояніяхъ планетъ отъ солнца, Леверрье допустилъ, что новая планета уда-

лена отъ центральнаго свѣтила нашей системы почти вдвое далѣе Урана, какъ Уранъ удаленъ почти вдвое противъ Юпитера (*). Такъ какъ взаимныя наклоненія путей крайнихъ планетъ очень малы и прежняя теорія Урана выражаетъ довольно вѣрно удаленіе его отъ плоскости эклиптики, то Леверрье, для облегченія задачи, предположилъ, что новая планета движется въ той же плоскости какъ и Уранъ.

Для дальнѣйшихъ облегченій принято, что новая планета движется около солнца почти по кругу, ибо пути другихъ крайнихъ планетъ мало уклоняются отъ круговой линіи.

Послѣ всего этого слѣдовало Леверрье рѣшить задачу: «Зная положеніе и радіусъ того круга, который описываетъ искомая планета, найти — какую она должна имѣть массу и гдѣ она должна находиться на своемъ круговомъ пути, въ данное время, чтобы притяженіемъ своимъ производить неправильности, замѣченныя въ пути Урана?»

Леверрье скоро нашелъ удовлетворительный отвѣтъ на этотъ вопросъ, и считая найденныя имъ числа за первоначальныя приближенія къ истинѣ, пошелъ далѣе и изслѣдовалъ положеніе и размѣры эллипса, описываемаго планетою. Главные выводы свои онъ представилъ парижской академіи наукъ 1-го іюня 1846 года.

Чтобы дать понятіе о трудностяхъ, которыя слѣдовало преодолѣть, замѣтимъ, что надобно было опредѣлить массу и мѣсто планеты, помощію возмущеній, причиняемыхъ ею въ движеніяхъ другой планеты, между тѣмъ какъ прямая

(*) Послѣдствія показали, что этотъ эмпирическій законъ, не вполнѣ вѣрный для планетъ до Урана включительно, совершенно неприложимъ къ Нептуну. Послѣдній удаленъ отъ солнца не въ два, а съ небольшимъ въ полтора раза противъ Урана.

величина этихъ возмущеній оставалась неизвѣстною; ибо путь Урана былъ вычисленъ изъ наблюденій, не принимая въ соображеніе дѣйствія неизвѣстной планеты. Поэтому, найденные элементы этого пути заключали невѣрности, которыя, соединяясь съ дѣйствительными возмущеніями, составляли вмѣстѣ нынѣшнія неправильности Урана. Только остроуміе и рѣдкая ловкость въ вычисленіи, могли побѣдить всѣ трудности сложной и запутанной задачи, непредставлявшейся еще до-сихъ-поръ въ астрономической наукѣ.

31-го августа 1846 года, Леверрье прочелъ въ академіи записку, въ которой опредѣлилъ массу, путь и нынѣшнее мѣсто планеты возмущающей движенія Урана. Массу полагалъ онъ въ два съ половиною раза больше массы Урана, что при плотности равной урановой, указываетъ на поперечникъ въ 3 секунды; слѣдовательно, помощію сильныхъ телескоповъ, можно было съ перваго взгляда отличить новую планету отъ неподвижныхъ звѣздъ, по замѣтному ея діаметру, тогда какъ звѣзды кажутся при всѣхъ увеличеніяхъ только блестящими точками.

Увѣрившись въ необходимости новой планеты, Леверрье началъ подробно изслѣдовать вліяніе ея на Урана и всѣ непонятные прежде безпорядки въ пути послѣдняго объяснились сами собою, а наблюденія пришли почти въ совершенное согласіе съ вычисленіями.

Прочитавъ въ академіи упомянутую записку, Леверрье торжественно приглашалъ всѣхъ астрономовъ-наблюдателей искать въ небѣ планету, найденную имъ помощію вычисленій, и для этого указалъ предѣлы, между которыми необходимо должна была заключаться въ то время за-уранная планета. Со многихъ сторонъ такое приглашеніе было встрѣчено недовѣрчивостію. Однакожъ на

приглашеніе, посланное въ Берлинъ, Леверрье вскорѣ получилъ отъ доктора Галле слѣдующій отвѣтъ:

«Планета, которой положеніе вы указали, существуетъ дѣйствительно. Получивъ ваше письмо, я въ тотъ же самый день (23-го сентября 1846 года нов. ст.) отыскалъ звѣзду 8 величины, не означенную на прекрасной картѣ XXI часа, составленной докторомъ Бремикеромъ и принадлежащей къ собранію небесныхъ картъ, издаваемому берлинскою академіею наукъ. Наблюденія слѣдующаго дня показали, что это именно была искомая планета».

Изъ наблюденія Галле оказалось, что мѣсто новой планеты въ небѣ было предсказано помощію вычисленія съ точностію до одного градуса и даже поперечникъ ея оказался весьма близкимъ къ тому, который предсказалъ Леверрье. По измѣреніямъ Струве онъ равняется $2^3/_4$ секунды.

Всѣ знакомые съ ходомъ наукъ знаютъ что сколь бы славно ни было участіе великихъ талантовъ въ рѣшеніи трудныхъ и новыхъ задачъ, важныя открытія всегда дѣлаются вслѣдствіе требованій вѣка и исподоволь подготовляются современнымъ состояніемъ науки. Такимъ образомъ, и въ настоящемъ случаѣ, мысль, что неправильности въ движеніяхъ Урана зависятъ отъ вліянія посторонняго неизвѣстнаго намъ тѣла, давно уже была въ ходу между астрономами. Въ 1837 г. Эженъ Буваръ въ письмѣ къ Эйри, спрашивалъ — не зависитъ ли несогласіе теоріи съ наблюденіями отъ вліянія планеты находящейся за Ураномъ. Подобное мнѣніе находимъ еще ранѣе въ письмѣ доктора Хосси (Hussey), въ которомъ онъ извѣщаетъ Эйри о предположеніяхъ Ханзена и Бувара по этому предмету. Задача о движеніи Урана, предложенная, по совѣту Гаусса, королевскимъ гёттингенскимъ обществомъ, вновь обратила вниманіе астрономовъ и математиковъ на этотъ

вопросъ и изъ частной переписки сэра Джона Гершеля съ Бесселемъ и изъ посмертнаго изданія *популярныхъ чтеній* послѣдняго видно, что великій кёнигсбергскій астрономъ неупускалъ изъ виду возможности объяснить удовлетворительнымъ образомъ недостатки теоріи Урана существованіемъ планеты далѣе урановой орбиты. Даже въ популярныхъ сочиненіяхъ встрѣчаются намеки (Mädler's popul. Astronom. 1841, стр. 279—280), что неправильности движеній Урана даютъ поводъ къ предположеніямъ о неизвѣстной еще за-уранной планетѣ, и надежды, что математическій анализъ приведетъ насъ со временемъ къ величайшему торжеству науки, открытіемъ, помощію умозрѣній, такого свѣтила, которое дотолѣ было недостигнуто вещественнымъ зрѣніемъ.

Едва сдѣлалось извѣстнымъ открытіе Леверрье, какъ возникли притязанія молодаго кэмбриджскаго математика Адамса, утверждавшаго, что онъ еще осенью 1845 года, путемъ самостоятельныхъ вычисленій, достигъ до результатовъ весьма близкихъ къ результатамъ обнародованнымъ въ запискѣ Леверрье. Впрочемъ, трудъ Адамса появился гораздо позже труда французскаго геометра, да и самыя притязанія Адамса возникли уже тогда, когда практическое открытіе доктора Галле подтвердило теорическое открытіе Леверрье.

Адамсъ, въ своихъ протестахъ, ссылался на свидѣтельство многихъ британскихъ астрономовъ; но, въ подобныхъ случаяхъ, голословныя свидѣтельства друзей, даже и знаменитыхъ, ничего не значатъ предъ лицомъ потомства. Къ чести Адамса должно упомянуть, что онъ самъ отказался отъ спора противъ неотъемлемыхъ правъ французскаго геометра.

Несмотря на то, что великіе британскіе астрономы (сэръ Джонъ Гершель и Эйри) горячо вступились за Адам-

са, они отдали полную справедливость французскому ученому. «Трудно изобразить, говоритъ знаменитый директоръ греничской обсерваторіи, то чувство, которое, при чтеніи записки французскаго геометра, произвели на меня его сознаніе въ общей справедливости новой теоріи, отчетливость съ которою онъ ограничиваетъ поле наблюденій для отысканія планеты, спокойный и увѣренный тонъ съ которымъ онъ говоритъ астрономамъ: взгляните на указанную мною точку неба и вы увидите тамъ новую планету! Мы находимъ въ Леверрье, продолжаетъ Эйри, болѣе чѣмъ искуснаго и предпріимчиваго геометра: мы видимъ въ немъ философа. Математическія его изысканія навсегда останутся въ высшей степени поучительными; но никакія подробности, изданныя послѣ открытія планеты, не окажутъ на меня такого глубокаго впечатлѣнія, какое испыталъ я, читая ихъ въ краткомъ извлеченіи прежде самаго открытія».

Не можемъ удержаться, чтобы не привести здѣсь поэтическихъ словъ сэра Джона Гершеля изъ рѣчи, произнесенной имъ 10-го сентября 1846 г. (нѣсколько дней ранѣе открытія планеты телескопомъ доктора Галле) въ собраніи британскаго общества ученыхъ въ Сауземтонѣ:

«We see the probable new planet, as Columbus «saw America from the shores of Spain. Its movements «have been felt, trembling along the far-reaching line «of our analysis, with a certainty hardly inferior to «that of ocular demonstration».

«Мы видимъ предполагаемую новую планету, какъ «Колумбъ видѣлъ Америку съ береговъ Испаніи. Ея «движенія обнаружились на далеко проницающемъ «пути нашего анализа съ достовѣрностію едва ли «уступающею очевидному доказательству».

Одинъ изъ знаменитѣйшихъ современныхъ астрономовъ,

Энке, отозвался, что блестящее открытіе за-уранной планеты, подтвердило снова на незыблемыхъ основаніяхъ законъ всеобщаго тяготѣнія.

Предсказанное помощію вычисленій положеніе планеты разнилось отъ истиннаго менѣе чѣмъ на одинъ градусъ. Подобная погрѣшность должна показаться ничтожною, если обратить вниманіе на малую величину пертурбацій, по которымъ выведено было мѣсто планеты. Этотъ успѣхъ даетъ намъ право надѣяться, что чрезъ нѣсколько десятковъ лѣтъ наблюденій новой планеты, она послужитъ, въ свою очередь, къ открытію слѣдующей за нею, по порядку разстояній отъ солнца. Продолжая идти тѣмъ же путемъ, дойдутъ наконецъ до свѣтилъ для насъ невидимыхъ, по причинѣ огромнаго ихъ разстоянія отъ солнца; но орбиты ихъ, впослѣдствіи вѣковъ, будутъ извѣстны съ большою точностію, благодаря теоріи вѣковыхъ неравенствъ.

Нептунъ блещетъ подобно звѣздѣ восьмой величины и потому невидимъ безъ помощи зрительной трубы.

Онъ движется съ большою медленностью по орбитѣ составляющей съ плоскостію эклиптики уголъ въ 1°46′59″. Время его звѣзднаго обращенія = 164 года и 266 дней. Время обращенія синодическаго, или промежутокъ между двумя соединеніями равняется 367 днямъ.

Среднее разстояніе Нептуна отъ солнца составляетъ 30.04 среднихъ разстояній земли отъ лучезарнаго свѣтила.

Эксцентрицитетъ орбиты = 0.0087, и слѣдовательно разстояніе перигелія = 29.78, а разстояніе афелія = 30.30. По этому Нептунъ удаляется отъ центральнаго свѣтила планетной системы до 1,158 милліоновъ льё (*) и никогда не бываетъ ближе 1,138 милліоновъ льё (**).

(*) Около 4,343 милліоновъ верстъ.
(**) Около 4,268 милліоновъ верстъ.

Долгота перигелія = $47°14'37''$; долгота восходящаго узла = $130°16'52''$; средняя долгота эпохи (1-го января 1800) = $335°8'58''$.

Принявъ количества теплоты и свѣта посылаемыя Солнцемъ на землю за 1, тѣже самыя количества на поверхности Нептуна составятъ 0.001 (одну тысячную часть).

Истинный діаметръ Нептуна въ 4.8 разъ больше земнаго; почему объемъ Нептуна въ 110 разъ болѣе объема земли. Если взять плотность Земли за 1, то плотность Нептуна будетъ 0.222.

Тяжесть на поверхности Нептуна, сравненная съ тяжестію на поверхности земли, даетъ цыфру 1.10.

Опредѣленія массы Нептуна представляютъ числа весьма различныя между собою. Принявъ массу солнца за 1, Леверрье нашелъ массу Нептуна = $\frac{1}{9,322}$; Адамсъ, ранѣе отрытія планеты, = $\frac{1}{6,040}$; а изъ собственныхъ наблюденій, Оттонъ и Августъ Струве нашли $\frac{1}{14,446}$; Лассель $\frac{1}{15,480}$; Хайндъ $\frac{1}{17,000}$; сэръ Джонъ Гершель $\frac{1}{18,780}$; Бондъ $\frac{1}{19,400}$.

Въ мартѣ 1847 года, наблюдая Нептуна ньютоніанскимъ телескопомъ въ 20 футовъ фокуснаго разстоянія, при увеличеніяхъ въ 205 и въ 370 разъ, Лассель, въ Старфильдѣ, близь Ливерпуля, открылъ спутника, который въ сентябрѣ того же года былъ также наблюдаемъ Оттономъ Струве въ Пулковѣ и Бондомъ въ Кэмбриджѣ (Соед. Штат.). По наблюденіямъ Оттона Струве, обращеніе этого спутника совершается въ $5^{дн.}\ 21^{ч.}$; а разстояніе отъ центра планеты = 100,000 льё.

Въ августѣ 1850, Лассель полагалъ видѣть втораго спутника Нептуна, при помощи увеличенія въ 628 разъ; но это послѣднее открытіе еще пока не подтвердилось. Что же касается до кольца, которымъ по мнѣнію нѣко-

торыхъ астрономовъ окруженъ Нептунъ, то самыя тщательныя изслѣдованія показали, что здѣсь оптическая иллюзія была принята за дѣйствительность.

Л. (стр. 59).

Объ астероидахъ или малыхъ планетахъ обращающихся вокругъ Солнца, между орбитами Марса и Юпитера.

Нѣкоторые ученые поклонники древности долго рылись въ пыли фоліантовъ для того чтобы отыскать — не приходило ли въ голову, или лучше сказать, не снилось ли кому либо изъ древнихъ о возможности существованія другихъ планетъ, кромѣ тѣхъ о которыхъ было извѣстно древнему міру. Такіе поиски увѣнчались достойнымъ успѣхомъ. Дознались, что Артемидоръ Эфезскій, жившій около столѣтія до Р. Хр., утверждалъ существованіе безконечнаго числа планетъ, скрывающихся отъ глазъ земножителей, по причинѣ ихъ чрезвычайно большаго разстоянія отъ земли и слабости ихъ блеска. Демокритъ не зашелъ такъ далеко какъ Артемидоръ: по словамъ Сенеки, Демокритъ утверждалъ только, что существуютъ еще неизвѣстныя планеты. Вотъ блестящіе результаты совершенно безполезныхъ ученыхъ усилій. Въ минувшемъ столѣтіи, знаменитый Кантъ, въ свою очередь, пытался объяснить — почему не существуетъ планеты между Марсомъ и Юпитеромъ? Онъ говорилъ что, при началѣ вещей, Юпитеръ своимъ могуществомъ притянулъ къ себѣ всю матерію изъ которой слѣдовало бы образоваться промежуточной

планетѣ между нимъ и Марсомъ. По этой же самой причинѣ, Марсъ не имѣлъ спутника: колоссальный Юпитеръ также привлекъ къ себѣ вещество первоначально назначенное для упомянутаго спутника.

Виттенбергскій профессоръ Титій попалъ на другаго рода идею. Онъ замѣтилъ, въ ряду разстояній планетъ отъ солнца, извѣстнаго рода правильную послѣдовательность, которую онъ принялъ за основной законъ природы. Послѣ многихъ попытокъ и изслѣдованій, Титій составилъ рядъ числъ, въ которомъ, начиная съ третьяго члена, каждое число было вдвое болѣе предыдущаго:

0 3 6 12 24 48 96 192

Прилагая потомъ къ каждому изъ этихъ осьми членовъ число 4, Титій получилъ новый рядъ:

4 7 10 16 28 52 100 196

Въ этомъ ряду, предположивъ что цыфра 4 представляетъ разстояніе Меркурія отъ солнца,

7 будетъ разстояніемъ Венеры отъ солнца;
10 » » Земли » »
16 » » Марса » »
28 несоотвѣтствуетъ никакой планетѣ и составляетъ пробѣлъ;
52 представляетъ разстояніе Юпитера;
100 будетъ разстояніемъ Сатурна отъ солнца.

Извѣстно что среднее разстояніе планетъ отъ солнца не въ точности соотвѣтствуютъ числамъ ряда придуманнаго Титіемъ, какъ то можно видѣть изъ слѣдующей таблички:

Меркурій	0.387098
Венера	0.723331
Земля	1.000000
Марсъ	1.523691
Юпитеръ	5.202798
Сатурнъ	9.538852
Уранъ	19.182730
Нептунъ	30.036280

Замѣчательно, что число 196 довольно приблизительно выражаетъ разстояніе Урана, планеты бывшей неизвѣстною во времена Титія. Но эмпирическій законъ его совершенно неприложимъ къ среднему разстоянію Нептуна отъ солнца, потому что $(192\times 2)+4=388$, что значительно разнится отъ числа 300.

Обыкновенно приписываютъ замѣчанія, относительно порядка среднихъ разстояній планетъ отъ Солнца, берлинскому астроному Боде, много занимавшемуся этимъ предметомъ; но онъ самъ признается, что рядъ обыкновенно называемый закономъ Боде, долженъ называться закономъ Титія. Этотъ мнимый законъ указанъ впервые въ нѣмецкомъ переводѣ *Созерцанія природы* Боннэ, изданномъ въ Виттенбергѣ профессоромъ Титіемъ.

Увѣряютъ, будто бы Кеплеръ первый замѣтилъ необходимость существованія планеты между Марсомъ и Юпитеромъ. Ламбертъ также раздѣлялъ идею Кеплера. За ними послѣдовали Титій и Боде.

Несмотря на неточность Титіева ряда, многіе астрономы и въ особенности Боде, утверждали что въ промежуткѣ между Марсомъ и Юпитеромъ необходимо находится еще неизвѣстная планета.

Преимущественно нѣмецкіе астрономы раздѣляли это

мнѣніе и въ концѣ прошлаго столѣтія составилось даже ***общество германскихъ астрономовъ для отысканія общими силами упомянутой неизвѣстной планеты.*** Но прежде чѣмъ общество приступило къ дѣйствительнымъ изысканіямъ на небѣ, по систематическому, напередъ обдуманному плану, вдругъ разнеслась вѣсть объ открытіи такъ давно подозрѣваемой планеты. Палермскій астрономъ Піацци, оказавшій астрономіи незабвенную заслугу составленіемъ весьма хорошаго звѣзднаго каталога, желая повѣрить наблюденіемъ ошибку въ Ульстоновой звѣздной росписи, неожиданно открылъ новую планету, которая оказалась принадлежащею къ упомянутому промежутку. Эту новую планету назвали ***Церерою*** и открытіе ея совершилось въ первую ночь текущаго столѣтія, такъ богатаго астрономическими открытіями. Прошло съ небольшимъ годъ, и докторъ Ольберсъ открылъ въ томъ же промежуткѣ ***Палладу***; за тѣмъ, чрезъ два съ половиною года, профессоръ Хардингъ нашелъ тамъ же Юнону. Хотя эти планеты и движутся по разнымъ плоскостямъ, но среднія ихъ разстоянія отъ Солнца такъ близки между собою и пути ихъ такъ взаимно переплетаются, что маститый бременскій астрономъ (Ольберсъ) изъ весьма остроумныхъ соображеній вывелъ ипотезу, будто бы три вновь открытыя небольшія планеты составляютъ осколки одной большой, обращавшейся нѣкогда вокругъ Солнца, въ нынѣшнемъ среднемъ разстояніи новооткрытыхъ свѣтилъ, и разбитой нѣкогда неизвѣстною намъ силою. Онъ даже опредѣлилъ и мѣсто неба, гдѣ совершилось это событіе, именно сѣверное крыло созвѣздія Дѣвы (*). Ольберсъ ни мало не сомнѣвался, что найдутся еще другіе подобные осколки и совѣтовалъ для отысканія ихъ наблюдать мѣсто неба, гдѣ

(*) Объ этомъ предметѣ мы подробно будемъ говорить ниже.

переплѣтаются ихъ орбиты, именно сѣверное крыло Дѣвы. Онъ самъ подалъ примѣръ такихъ изысканій и въ 1807 году открылъ ***Весту***. Бременскій астрономъ продолжалъ искать новой малой планеты и тщетно употребилъ на то около десяти лѣтъ драгоцѣннаго времени; попытки другихъ астрономовъ были не болѣе счастливы.

Прошло около сорока лѣтъ послѣ открытія Весты и всѣ астрономы начинали думать, что рядъ малыхъ планетъ, кружащихъ между орбитами Марса и Юпитера, окончательно заключенъ. Правда, были указанія еще на три новыхъ астероида (какъ обыкновенно называютъ эти небольшія планеты), но они не повели ни къ какому положительному открытію (*). Этому и нельзя было удивляться, сообразивъ всю трудность отыскать въ небѣ такую неизвѣстную планету, которая, кромѣ довольно медленнаго движенія, ни чѣмъ не отличается отъ многихъ сотенъ тысячъ телескопическихъ звѣздъ. Впрочемъ, такая многотрудная задача сдѣлалась, въ новѣйшее время, гораздо проще. На многихъ обсерваторіяхъ предпринято чрезвычайно замѣчательное составленіе новыхъ астрономическихъ картъ, заключающихъ въ себѣ звѣзды девятой и даже десятой величинъ. Изъ такихъ картъ мы можемъ назвать: прекрасныя карты изданныя берлинскою академіею наукъ и карты эклиптикальнаго пояса, составленныя лондонскимъ астрономомъ Хайндомъ и парижскимъ Шакорнакомъ. Сличеніе такихъ картъ съ небомъ весьма много способствовало открытію Нептуна и многочисленныхъ астероидовъ, число которыхъ простирается, въ настоящее время, до 58.

(*) Именно — планета, видѣнная астрономомъ Каччіаторе и потомъ потерянная; планета упоминаемая Вартманомъ, и наконецъ планета Дассаса (d'Assas), о которой говорится въ Connaissance des temps за 1831 годъ, на стр. 126.

Слѣдующая синоптическая таблица представляетъ рядъ открытій астероидовъ:

Въ 1801	году	открыта:	1 планета, Церера.
» 1802	»	»	1 планета, Паллада.
» 1804	»	»	1 планета, Юнона.
» 1807	»	»	1 планета, Веста.
» 1845	»	»	1 планета, Астрея.
» 1847	»	»	3 планеты: Геба, Ирида, Флора.
» 1848	»	»	1 планета, Метида.
» 1849	»	»	1 планета, Гигея.
» 1850	»	»	3 планеты: Парѳенопа, Викторія, Эгерія.
» 1851	»	»	2 планеты: Ирина, Эвномія.
» 1852	»	»	8 планетъ: Психея, Ѳетида, Мельпомена, Фортуна, Массалія, Лутеція, Калліопа, Талія.
» 1853	»	»	4 планеты: Ѳемида, Фокея, Прозерпина, Эвтерпа.
» 1854	»	»	6 планетъ: Беллона, Амфитрита, Уранія, Евфрозина, Помона, Полимнія.
» 1855	»	»	4 планеты: Цирцея, Левкотея, Аталанта, Фидесъ.
» 1856	»	»	5 планетъ: Леда, Летиція, Гармонія, Дафна, Изида.
» 1857	»	»	8 планетъ: Аріадна, Ниса, Евгенія, Гестія, Аглая, Дорида, Палесъ, Виргинія.
» 1858	»	»	6 планетъ: Немауса, Европа, Калипса, Александра, Пандора, Псевдодафна.
» 1859	»	»	1 планета, Мнемозина.

Вслѣдъ за симъ, мы представляемъ таблицу элементовъ астероидовъ (извлеченную изъ академическаго календаря).

ЭЛЕМЕНТЫ ПЛАНЕТЪ

НАХОДЯЩИХСЯ МЕЖДУ ЮПИТЕРОМЪ И МАРСОМЪ.

Планеты.	Время обращ. около ☉ г.	д.	Радіусъ орбиты. м.	Эксцентрицит.	Наклоненіе.		Кѣмъ открыты.
Флора.....⑧	3	97	45.5	0.157	5°	53′	
Аріадна....㊸	3	99	45.5	0.167	3	28	Хайндъ, въ Лондонѣ, 1847.
Гармонія...㊵	3	152	46.9	0.046	4	16	Погсонъ, въ Оксфордѣ, 1857.
Мельпомена ㊽	3	175	47.4	0.217	10	9	Гольдшмидтъ, въ Парижѣ, 1856.
Викторія...⑫	3	207	48.2	0.219	8	23	Хайндъ, въ Лондонѣ, 1852.
Эвтерпа ...㉗	3	218	48.5	0.173	1	36	Хайндъ, въ Лондонѣ, 1850.
Веста .....④	3	230	48.8	0.089	7	8	Хайндъ, въ Лондонѣ, 1853.
Уранія.....㉚	3	233	48.9	0.128	2	6	Ольберсъ, въ Бременѣ, 1807.
Немауса ...㊿+1 (51)	3	235	48.9	0.067	9	37	Хайндъ, въ Лондонѣ, 1854.
Метида ....⑨	3	251	49.3	0.123	5	36	Лоранъ, въ Нимѣ, 1858.
Ирида .....⑦	3	251	49.3	0.231	5	28	Грэхэмъ, въ Меркри-Кэстлѣ, 1848.
Дафна .....㊶	3	263	49.6	0.202	15	48	Хайндъ, въ Лондонѣ, 1847.
Фокея.....㉕	3	264	49.6	0.253	21	35	Гольдшмидтъ, въ Парижѣ, 1856.
Массалія...⑳	3	270	49.7	0.144	0	41	Шакорнакъ, въ Марсели, 1853.
Ниса ......㊹	3	283	50.1	0.149	3	42	Гаспарисъ, въ Неаполѣ, 1852.
Геба ......⑥	3	284	50.1	0.201	14	46	Гольдшмидтъ, въ Парижѣ, 1857.
Лутеція....㉑	3	292	50.3	0.162	3	5	Генке, въ Дризенѣ, 1847.
Изида .....㊷	3	296	50.4	0.226	8	35	Гольдшмидтъ, въ Парижѣ, 1852.
Фортуна ...⑲	3	298	50.5	0.158	1	32	Погсонъ, въ Оксфордѣ, 1856.
Парѳенопа..⑪	3	307	50.7	0.099	4	37	Хайндъ, въ Лондонѣ, 1852.
Ѳетида ....⑰	3	325	51.1	0.127	5	36	Гаспарисъ, въ Неаполѣ, 1850.
Гестія.....㊻	4	9	52.3	0.166	2	18	Лутеръ, въ Билкѣ, 1852.
Амфитрита .㉙	4	30	52.8	0.072	6	8	Погсонъ, въ Оксфордѣ, 1857.
Эгерія.....⑬	4	50	53.2	0.087	16	32	Мартъ, въ Лондонѣ. 1854.
Астрея ....⑤	4	50	53.2	0.190	5	20	Гаспарисъ, въ Неаполѣ, 1850.
Псевдодафна (56)	4	56	53.4	0.227	7	56	Генке, въ Дризенѣ, 1845.
Помона ....㉜	4	59	53.5	0.082	5	29	*)
Ирина .....⑭	4	61	53.5	0.165	9	7	Гольдшмидтъ, въ Парижѣ, 1854.
Калипса ...(53)	4	87	54.1	0.207	5	7	Хайндъ, въ Лондонѣ, 1851.
Талія......㉓	4	92	54.2	0.235	10	14	Лутеръ, въ Билкѣ, 1858.
Фидесъ ....㊲	4	107	54.6	0.175	3	7	Хайндъ, въ Лондонѣ, 1852.
Эвномія....⑮	4	108	54.6	0 188	11	44	Лутеръ, въ Билкѣ, 1855.
Виргинія...㊿	4	113	54.7	0.287	2	48	Гаспарисъ, въ Неаполѣ, 1851.
							Фергусонъ, въ Вашингтонѣ, 1857.

*) Эта планета въ 1857 году была принята Гольдшмидтомъ за Дафну; но только въ 1858 году, при точномъ вычисленіи наблюденій, узнали, что это не Дафна, а другая планета. Впрочемъ, по случаю незначительнаго числа наблюденій, орбиты обѣихъ планетъ опредѣлены еще такъ неточно, что слѣдуетъ ихъ снова открыть.

Планеты.	Время обращ. около ⊙ г.	д.	Радіусъ орбиты. м.	Эксцентрицит.	Наклоненіе.		Кѣмъ открыты.
Прозерпина (26)	4	120	54.9	0.088	3°	36′	Лутеръ, въ Билкѣ, 1853.
Юнона .... (3)	4	132	55.3	0.256	13	3	Хардингъ, въ Лиліенталѣ, 1804.
Цирцея.... (34)	4	145	55.5	0.110	5	27	Шакорнакъ, въ Парижѣ, 1855.
Александра . (54)	4	166	56.0	0.199	11	47	Гольдшмидтъ, въ Парижѣ, 1858.
Евгенія.... (45)	4	179	56.2	0.082	6	35	Гольдшмидтъ, въ Парижѣ, 1857.
Леда...... (38)	4	196	56.6	0.156	6	58	Шакорнакъ, въ Парижѣ, 1856.
Аталанта... (36)	4	204	56.8	0.298	18	42	Гольдшмидтъ, въ Парижѣ, 1855.
Пандора... (55)	4	214	57.0	0.142	7	14	Сирле, въ Альбани, 1858.
Церера.... (1)	4	220	57.2	0.080	10	37	Піацци, въ Палермѣ, 1801.
Паллада ... (2)	4	223	57.3	0.240	34	43	Ольберсъ, въ Бременѣ, 1802.
Летиція ... (39)	4	223	57.3	0.111	10	21	Шакорнакъ, въ Парижѣ, 1856.
Беллона ... (28)	4	228	57.4	0.154	9	23	Лутеръ, въ Билкѣ, 1854.
Полимнія... (33)	4	309	59.2	0.338	1	57	Шакорнакъ, въ Парижѣ, 1854.
Аглая..... (47)	4	327	59.6	0.131	5	0	Лутеръ, въ Билкѣ, 1857.
Калліопа... (22)	4	352	60.1	0.102	13	45	Хайндъ, въ Лондонѣ, 1852.
Психея.... (16)	5	2	60.5	0.136	3	4	Гаспарисъ, въ Неаполѣ, 1852.
Левкотея .. (35)	5	57	61.7	0.223	8	12	Лутеръ, въ Билкѣ, 1855.
Палесъ.... (49)	5	154	63.8	0.238	3	8	Гольдшмидтъ, въ Парижѣ, 1857.
Европа .... (52)	5	167	64.1	0.101	7	25	Гольдшмидтъ, въ Парижѣ, 1858.
Дорида .... (48)	5	176	64.3	0.076	6	30	Гольдшмидтъ, въ Парижѣ, 1857.
Гигея..... (10)	5	215	65.1	0.101	3	47	Гаспарисъ, въ Неаполѣ, 1849.
Ѳемида.... (24)	5	216	65.1	0.117	0	49	Гаспарисъ, въ Неаполѣ, 1853.
Мнемозина . (57)	5	221	65.2	0.104	15	8	Лутеръ, въ Билкѣ, 1859.
Евфросинія . (31)	5	222	65.2	0.216	26	25	Фергусонъ, въ Вашингтонѣ, 1854.

Возвратимся теперь къ Ольберсовой ипотезѣ, о которой мы выше сказали нѣсколько словъ.

Когда Піацци нашелъ Цереру, то астрономамъ казалось, что пробѣлъ между Марсомъ и Юпитеромъ, подозрѣвавшійся Кеплеромъ и указанный численнымъ закономъ Титія, замѣстился. Но открытіе Паллады Ольберсомъ породило неожиданное осложненіе простоты, которую полагали господствующею въ нашей планетной системѣ. Тогда знаменитому бременскому астроному пришла мысль, не представляютъ ли Церера и Паллада обломковъ одной

большой планеты, разбитой какою либо естественною силою. Фактъ очевидно доказанный вычисленіями Гаусса, что Церера, при восходящемъ своемъ прохожденіи чрезъ плоскость орбиты Паллады, сильно приближается къ послѣдней планетѣ: этотъ фактъ, говорю я, придалъ сейчасъ высказанной ипотезѣ извѣстную степень вѣроятности. Ольберсъ имѣлъ даже смѣлость вывести изъ этого заключеніе, что, въ той же самой странѣ неба, найдутся новые обломки того же рода. Точка въ которой пересѣкались орбиты, должна была быть мѣстомъ гдѣ совершилось нѣкогда такое странное событіе. Плоскости орбитъ Цереры и Паллады пересѣкаются по линіи, одинъ конецъ которой упирается въ сѣверное крыло Дѣвы, а другой въ Кита: слѣдовательно, въ этихъ двухъ странахъ можно было надѣяться увидѣть прохожденіе неизвѣстныхъ еще обломковъ раздробленной планеты. Хардингъ нашелъ Юнону въ Китѣ, а Ольберсъ открылъ Весту въ сѣверномъ крылѣ Дѣвы. Такимъ образомъ предположеніе бременскаго астронома получило новую силу. Но хотя нѣкоторыя изъ новооткрытыхъ малыхъ планетъ, какъ напримѣръ Ирида, представляются не круглыми, а угловатыми и похожими на дѣйствительные обломки, все-таки весьма большое число этихъ свѣтилъ, извѣстныхъ въ наше время, заставляетъ думать, что они произошли отъ другой причины. Пересѣченія орбитъ астероидовъ далеко не всѣ согласуются съ ипотезою Ольберса.

Впрочемъ, переплетеніе этихъ орбитъ указываетъ на тѣсную связь между многими изъ этихъ свѣтилъ, и вообще ихъ явленія составляютъ любопытный предметъ для астрономическихъ изслѣдованій. Судя по движеніямъ Марса и Юпитера, нельзя допустить, что совокупность всѣхъ астероидовъ составляетъ значительную массу, потому что въ подобномъ случаѣ такая масса производила бы въ обѣихъ

сейчасъ упомянутыхъ планетахъ возмущенія, которыя однакожъ не указываются наблюденіемъ. И несмотря на то, Даніилъ Кирквудъ, въ 1850 году, пытался возстановить разбитую планету, помощію извѣстныхъ тогда ея обломковъ, точно также, какъ геологія возстановляетъ допотопныхъ животныхъ. Планета Кирквуда, по вычисленіямъ сего послѣдняго, должна была представлять массу, поперечникъ которой былъ значительно болѣе поперечника Марса.

Если событіе предположенное Ольберсомъ дѣйствительно случилось, то какую приписать ему причину? Не комета ли разбила большую планету, остатки которой образуютъ Цереру, Палладу, Юнону, Весту, Ириду и другіе астероиды? Разсмотримъ этотъ вопросъ.

Орбиты Цереры и Паллады почти въ точности равны между собою. Орбиты Юноны и особливо Весты имѣютъ чувствительно-меньшіе размѣры. Заставляя вращаться, на приличныя количества, весьма различныя плоскости содержащія четыре орбиты тѣхъ планетъ, не измѣняя впрочемъ ихъ относительныхъ наклоненій къ плоскости эклиптики; или, другими словами, измѣняя только направленіе линій узловъ, мы находимъ положенія въ которыхъ всѣ четыре кривыя такъ сказать переплетаются. Все вело Ольберса къ предположенію, что четыре малыя планеты, при каждомъ ихъ обращеніи, проходили нѣкогда чрезъ одну и ту же точку пространства.

Такое обстоятельство безъ сомнѣнія было бы чрезвычайно необыкновенно, еслибы Церера, Паллада, Юнона, Веста и другія малыя планеты, которыя удовлетворятъ тому же условію, всегда были тѣлами независимыми другъ отъ друга. Напротивъ того, ничего не можетъ быть проще и естественнѣе, если разсматривать малыя планеты какъ

осколки одной большой, разбитой ударомъ на нѣсколько кусковъ.

Въ самомъ дѣлѣ, всякая планета слѣдуетъ постоянно одному и тому же пути, за исключеніемъ только небольшихъ отклоненій извѣстныхъ подъ названіемъ возмущеній. При каждомъ изъ своихъ обращеній, планета проходитъ по одному и тому же ряду точекъ. Въ тотъ самый моментъ, когда, по вышеизложенной ипотезѣ, разбилась большая планета, каждый изъ ея обломковъ сдѣлался истинною планетою, въ полномъ значеніи этого слова, и началъ описывать кривую, по которой собственное его движеніе должно было впредь совершаться на вѣчныя времена.

Нѣкоторое различіе напряженія и направленія между силами бросившими различные обломки, должно было произвести значительныя различія въ формахъ и положеніяхъ орбитъ; но всѣ эти элементы должны были имѣть одну общую точку, именно ту, гдѣ всѣ различные обломки раздѣлились между собою для образованія нѣсколькихъ малыхъ планетъ изъ одной большой. Такимъ образомъ, общая точка, которую казалось имѣли нѣкогда орбиты малыхъ планетъ, указывала, съ большою вѣроятностію, что нѣкогда эти тѣла были соединены въ одно цѣлое.

Эта теорія общаго происхожденія извѣстнаго числа телескопическихъ планетъ, была принята почти съ всеобщимъ одобреніемъ. Нужно было, однакожъ, отъискать причину раздробленія большой планеты. Одни, вспоминая могущественныя дѣйствія землетрясеній, полагали, что еслибы вулканы не представляли нѣкотораго рода отдушинъ или предохранительныхъ клапановъ для выхода накопившихся паровъ и газовъ, и еслибы земная кора не представляла никакихъ трещинъ, то твердая оболочка нашего шара не могла бы безконечно сопротивляться по-

стоянно-возрастающему дѣйствію упругихъ жидкостей развиваемыхъ химическими дѣйствіями въ нѣдрахъ земли: вслѣдствіе чего долженъ бы былъ произойти какой нибудь ужасный взрывъ. Точно такимъ образомъ могла лопнуть и большая планета, осколки которой образовали Цереру, Палладу и всѣ вообще астероиды.

Другіе мыслители отвергали всякое уподобленіе планетъ паровымъ котламъ нашихъ машинъ.

По ихъ мнѣнію, твердый шаръ планеты могъ быть разбитъ только весьма сильнымъ ударомъ внѣшняго тѣла, напримѣръ кометы. Трудно найти въ формѣ и въ видѣ малыхъ планетъ положительные аргументы для подтвержденія исключительнаго превосходства одной изъ этихъ двухъ ипотезъ. Впрочемъ, мы приведемъ здѣсь странныя соображенія, на которыхъ основываются защитники кометныхъ толчковъ.

Астероиды всѣ весьма малы. Поверхности самыхъ большихъ изъ этихъ тѣлъ, едва превосходятъ поверхности нѣкоторыхъ большихъ острововъ находящихся на земномъ шарѣ.

Въ большихъ планетахъ, каковы: Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ, мы замѣчаемъ только слѣды атмосферы, да и то самыми тщательными наблюденіями; тогда какъ, на телескопическихъ планетахъ, атмосферныя явленія, повидимому, развиваются въ огромныхъ размѣрахъ.

По измѣреніямъ Шрётера, атмосфера Цереры имѣетъ не менѣе 276 льё вышины; а атмосфера Паллады, хотя и менѣе, но все таки достигаетъ 192 льё. До сихъ поръ однѣ только кометы представляли столь обширныя газовыя оболочки. Предположимъ, говорили, что древняя большая планета, находившаяся между Марсомъ и Юпитеромъ, была разбита кометою и тогда все объяснится. Въ самомъ дѣлѣ, туманная оболочка кометы, эта кометная атмосфера, не могла быть уничтожена силою удара, а потому раздѣлилась между образовавшимися обломками и окружила ихъ огромными газовыми оболочками. Къ несчастію, одинъ капитальный фактъ разрушаетъ всю эту остроумную теорію: до нынѣ не было замѣчено слѣдовъ атмосферы вокругъ Весты. Какая же причина могла ее лишить совершенно доли, которая должна бы достаться ей въ раздѣлѣ кометной атмосферы?

Читатель согласится что, несмотря на вышеизложенныя ипотезы, свѣдѣнія наши о происхожденіи астероидовъ еще мало удовлетворительны.

М. (стран. 65).

О звѣздныхъ параллаксахъ, преимущественно съ исторической точки зрѣнія.

Опредѣленіе звѣздныхъ параллаксовъ уже давно обратило на себя вниманіе астрономовъ. Кромѣ показанія разстоянія тѣхъ свѣтилъ отъ земли, чувствительныя измѣненія въ параллаксахъ доставили бы еще геометрическое доказательство движенія земли вокругъ солнца. Различные астрономы стремились разрѣшить задачу двумя методами.

Первая метода состояла въ опредѣленіи, въ теченіи 365-ти дней, составляющихъ годъ, измѣненій склоненія и прямаго восхожденія звѣзды и, окончательно, измѣненій ея широты. Эта метода была такъ естественна, она такъ ясно изливалась изъ самаго существа предмета, что невозможно положительно сказать, кто именно ее придумалъ.

Совсѣмъ другое видимъ относительно второй методы, состоящей во взаимномъ сравненіи двухъ звѣздъ, помѣщенныхъ на весьма неравныхъ разстояніяхъ отъ земли, и видимыхъ одновременно въ полѣ трубы. Эта метода принадлежитъ Галилею и весьма ясно выражена въ его *третьемъ разговорѣ* (giornata terza).

« . . . . . Ибо я не думаю, чтобы всѣ звѣзды были разсѣяны на сферической поверхности однообразно удаленной отъ центра; напротивъ, полагаю, что ихъ разстоянія такъ различны, что есть звѣзды вдвое и втрое отдаленнѣйшія другихъ; такъ-что, еслибы мы видѣли въ полѣ трубы весьма малую звѣзду, очень близкую къ весьма большой, то, какъ первая будетъ находиться на весьма большой высотѣ, между ними можетъ произойти нѣкоторое чувствительное измѣненіе . . . (*)».

Второе упоминаніе о вышесказанной параллактической методѣ, отъискивающей относительныя положенія сосѣднихъ между собою звѣздъ неравныхъ величинъ, находимъ въ 1675 году. 24-го іюня было читано въ лондонскомъ королевскомъ обществѣ письмо Грегори, изъ Эдинбурга, заключающее въ себѣ самое точное и ясное описаніе сказанной методы. Письмо это включено въ «Исторію Общества», изданную на англійскомъ языкѣ Томасомъ Бирчемъ (Birch), въ 1757 году.

Гюйгенсъ, въ своемъ *Cosmothéoros*, первое изданіе котораго явилось въ 1695 году, указывалъ впервые на относительныя движенія двухъ близкихъ между собою звѣздъ, неодинаково блестящихъ, и потому, по всей вѣроятности, неодинаково отдаленныхъ, какъ на средство убѣдиться въ крайней малости параллакса самой блестящей звѣзды. Это было повтореніе Галилеевой идеи.

(*) *Opere di Galileo Galilei*, миланское изданіе Т. XII, стр. 205.

Кажется, докторъ Лонгъ (Long), въ половинѣ прошлаго столѣтія, первый попробовалъ осуществить мысль Галилея.

Объ этомъ самомъ опредѣленіи параллаксовъ упоминается и въ похвальномъ словѣ Рёмеру, написанномъ въ 1773 г. Кондорсэ (Condorcet).

Наконецъ, въ 1781 году, Гершель выхвалялъ эту методу и для нея изготовилъ каталогъ неравно блестящихъ звѣздъ, которыя казались ему приличнѣйшими для изслѣдованія.

Теперь перейдемъ къ наблюденіямъ по обѣимъ методамъ и къ ихъ результатамъ.

Коперникъ, первый занимавшійся годичнымъ параллаксомъ звѣздъ, находилъ его меньшимъ погрѣшностей наблюденій, допускаемыхъ въ его время.

Ротманъ, сотрудникъ ландграфа гессенъ-кассельскаго, приписывалъ параллаксамъ чрезмѣрную величину, доходящую до 1-й минуты. Тихо-де-Браге хотя и наблюдалъ, подобно Ротману, безъ помощи трубъ, не замѣтилъ чувствительнаго измѣненія въ разстояніяхъ звѣздъ отъ зенита острова Хвэна (Hueen), опредѣленныхъ въ различныя времена года.

Въ 1674 году, Хукъ, помощію 13-ти-футоваго сектора, вооруженнаго зрительною трубою, дѣлалъ попытки, которыя казалось должны были привести къ цѣли; но всѣ его предосторожности для избѣжанія вліянія температуры оказались тщетными и найденный имъ, для γ Дракона, параллаксъ отъ 20 до 30 секундъ внѣ всякаго вѣроятія. Вслѣдъ за тѣмъ, Брэдлей доказалъ ложность Хукова результата.

Наблюденія Флэмстида, позднѣйшія Хуковыхъ, указывали повидимому на параллаксъ Полярной звѣзды; но результаты его опровергались тѣмъ, что измѣненія совер-

шались по направленію противоположному противъ того, которое долженъ былъ произвести истинный параллаксъ.

Гюйгенсъ, замѣтивъ, что двѣ звѣзды весьма неравнаго блеска образующія ζ Большой Медвѣдицы не измѣняютъ своего взаимнаго разстоянія во всѣ времена года, заключилъ, что параллаксъ бо́льшей изъ нихъ нечувствителенъ. Но подобнаго рода выводъ могъ быть допущенъ только въ случаѣ доказательства, что малая звѣзда гораздо дальше большой отъ земли (*).

Жакъ Кассини пытался, въ 1714 и 1715 году, опредѣлить параллаксъ Сиріуса, помощію неподвижной трубы; неопредѣленность рефракціи при малой высотѣ звѣзды, во время прохожденія ея чрезъ меридіанъ, въ широтѣ Парижа, и аберрація свѣта въ то время еще неизвѣстная, достаточно объясняютъ чрезмѣрный результатъ (отъ 10″ до 12″), полученный французскимъ астрономомъ.

Послѣ открытія, въ 1728 году, Брэдлеемъ аберраціи свѣта и нутаціи, всѣ положенія звѣздъ, наблюденныхъ въ различныя времена года, въ Кью (Kew) и Уэнстидѣ (Wansted), исправленныя относительно двухъ сейчасъ упомянутыхъ возмущающихъ причинъ, такъ хорошо согласовались между собо́ю, что не оставалось никакихъ слѣдовъ годичнаго параллакса. Это заключеніе относилось въ особенности къ ζ Большой Медвѣдицы и къ γ Дракона.

Въ срединѣ прошлаго вѣка, примѣняя методу Галилея, Робертъ Лонгъ впалъ въ непростительную ошибку, избравъ изъ значительнаго числа звѣздныхъ паръ блещущихъ на небѣ, Кастора, γ Дѣвы и γ Овна, составленныхъ изъ звѣздъ мало различающихся по степени блеска. Нечего удивляться безплодности полученнаго результата;

(*) Впослѣдствіи узнали, что обѣ эти звѣзды составляютъ общую систему и находятся почти на одинаковомъ разстояніи отъ земли.

къ тому же всѣ три пары, бывшія предметомъ Лонговыхъ изслѣдованій, представляютъ системы двойныхъ звѣздъ.

Въ 1782 году, Гершель подробно изслѣдовалъ относительныя положенія ε Боотеса и слабой звѣзды вблизи ея находящейся. Первая изъ этихъ звѣздъ не дала чувствительнаго параллакса. Но эти двѣ звѣзды, составляя двойную систему, находятся во взаимной зависимости и почти на одинаковомъ разстояніи отъ земли, что̀ и было доказано впослѣдствіи.

Въ началѣ нынѣшняго вѣка, Піацци обнародовалъ параллаксы нѣсколькихъ звѣздъ, полученные знаменитымъ палермскимъ снарядомъ. Но полученные имъ выводы не были приняты астрономами, особенно по причинѣ неравенства температуры различныхъ частей его круга, во времена года соотвѣтствующія наблюденіямъ.

Впрочемъ, самъ Піацци находилъ, что параллаксы Веги, Капеллы, Арктура и Атаира нечувствительны.

Въ первой четверти текущаго столѣтія завязался жаркій и долговременный споръ въ Англіи, относительно параллаксовъ, между директоромъ дублинской обсерваторіи Бринклеемъ и директоромъ гриничской обсерваторіи Пондомъ. Оба знаменитые наблюдателя имѣли въ рукахъ весьма сильные снаряды, оба хорошо понимали всѣ трудности задачи и необходимыя предосторожности, и, несмотря на то, Бринклей нашелъ слѣдующіе параллаксы:

α Офіуха......	1″,6
α Лиры.......	1″,2
α Орла.......	1″,6
δ Орла.......	3″,2
γ Орла.......	2″,2
β Орла.......	2″,4

Пондъ, съ своей стороны, находилъ, что параллаксы α Лиры, α Орла и α Лебедя равны нулю или весьма малой части секунды.

Хотя и невозможно съ точностію дознать физическія причины введшія Бриклея въ заблужденіе, но параллаксы его не были приняты и астрономы раздѣлили мнѣніе его соперника, Понда.

Наконецъ галилеева метода была приложена къ отысканію нѣкоторыхъ параллаксовъ, съ безконечнымъ тщаніемъ и предосторожностями.

Вышеприведенная величина параллакса α Лиры была выведена В. Я. Струве изъ сравненія этой блестящей звѣзды съ звѣздою отъ десятой до одиннадцатой величины, отстоящею отъ Веги на 43″. Эти наблюденія совершены въ 1835, 1836, 1837 и 1838 годахъ, большимъ дерптскимъ фраунгоферовымъ рефракторомъ, при помощи нитянаго микрометра.

Параллаксъ 61 Лебедя опредѣленъ Бесселемъ изъ кёнигсбергскихъ наблюденій 1837, 1838, 1839 и 1840 годовъ, дѣланныхъ превосходнымъ фраунгоферовымъ эліометромъ. Звѣзды, избранныя для сравненія были девятой и десятой величины и удалены отъ 61 Лебедя на 8 и 12 минутъ.

Замѣтимъ, что оба эти вывода (Струве и Бесселя) нѣсколько ипотетичны, потому что основаны на предположеніи, будто бы малыя звѣзды, избранныя для сравненія, находятся на такомъ разстояніи, что параллаксъ ихъ равенъ нулю (*).

(*) Бессель рѣшился на выборъ 61 Лебедя, не по ея блеску, а по причинѣ значительности собственнаго ея движенія. Еще въ 1812 году, Араго̀ и Матье наблюдали эту звѣзду и результатъ ихъ, обнародованный въ 1834 году и основывающійся на наблюденіяхъ абсолютныхъ склоненій сдѣланныхъ Рейхенбаховымъ повторительнымъ кругомъ, мало

Мы представляемъ здѣсь достовѣрнѣйшіе изъ результатовъ полученныхъ понынѣ для годичнаго параллакса различныхъ звѣздъ, помощію обѣихъ вышеприведенныхъ методъ.

α Кентавра, изъ наблюденій Хендерсона и Меклира, на мысѣ Доброй-Надежды (съ 1832 по 1839 г.) 0″.91
Сиріусъ, изъ наблюденій Хендерсона и Меклира, на мысѣ Доброй-Надежды (съ 1832 по 1837 г.). 0″.15
α Лиры, изъ дерптскихъ наблюденій Струве (съ 1835 по 1838 г.)................ 0″.26
61 Лебедя, изъ кёнигсбергскихъ наблюденій Бесселя (съ 1837 по 1840 г.)............ 0″.35

По наблюденіямъ Петерса, въ Пулковѣ, (съ 1842 по 1843 г.)

Капелла............	0″.046
ι Большой Медвѣдицы..	0″.133
Арктуръ...........	0″.127
Вега..............	0″.207
Полярная...........	0″.106

разнится отъ выведеннаго впослѣдствіи Бесселемъ. Удивлялись, почему Бесселевъ ипотетическій результатъ принятъ всѣми, тогда какъ на результатъ Араго̀ никто изъ астрономовъ не обратилъ вниманія. Это недоумѣніе разрѣшено въ сочиненіи Петерса о параллаксахъ. Пулковскій астрономъ справедливо замѣчаетъ, что подробности наблюденій Араго̀ и Матьё остались неизвѣстными. Это весьма справедливо, ибо для того чтобы судить о вѣроятности полученнаго параллакса, необходимо знать частныя подробности наблюденій, изъ которыхъ они выведены. Въ настоящемъ случаѣ, это тѣмъ справедливѣе, что, просмотрѣвъ трудъ свой, Араго̀ и Матьё открыли ошибку знака въ вычисленіяхъ лица, которому оно было поручено. Исправивъ это вычисленіе, они пришли къ результату равному нулю, и даже, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, къ параллаксу отрицательному. И такъ, Бесселевъ результатъ одинъ имѣетъ право гражданства въ наукѣ.

Припомнивъ, что предметъ всякихъ произвольныхъ размѣровъ будетъ видимъ подъ угломъ одной секунды, какъ скоро онъ отдаленъ отъ глаза на 206,265 разъ взятую его величину и что разстояніе увеличивается пропорціонально уменьшенію угла зрѣнія, весьма не трудно было вычислить слѣдующую таблицу:

Названія звѣздъ.	Параллаксы	Разстоянія отъ земли: Въ радіусахъ земной орбиты:	Въ милліонахъ верстъ.
α Кентавра........	0.″91	226,400	32,262,000
61 Лебедя.........	0.″35	589,300	85,257,750
α Лиры..........	0.″26	785,600	111,948,000
Сиріусъ..........	0.″15	1,373,000	195,652,500
ι Большой Медвѣдицы	0.″133	1,550,900	221,003,250
Арктуръ..........	0.″127	1,624,000	231,420,000
Полярная.........	0.″106	1,946,000	277,305,000
Капелла..........	0.″046	4,484,000	638,970,000

Чтобы отнести эти величины къ быстротѣ свѣта, нужно знать, что солнечные лучи употребляютъ 8ᵐ17ᶜ. 8 для прохожденія средняго разстоянія отъ солнца до земли. Такимъ образомъ мы найдемъ, что свѣтъ нижеупомянутыхъ звѣздъ достигаетъ до земли:

	Число лѣтъ:
Отъ α Кентавра.........	3.622
» 61 Лебедя..........	9.429
» α Лиры...........	12.570
» Сиріуса............	21.968
» ι Большой Медвѣдицы.	24.800
» Арктура...........	25.984
» Полярной..........	31.136
» Капеллы...........	71.744

Вышеприведенныя величины параллаксовъ α Кентавра, Сиріуса, Капеллы, ι Большой Медвѣдицы и Арктура, основываются на абсолютныхъ высотахъ, опредѣленныхъ повторительнымъ кругомъ, и потому свободны отъ неопредѣленностей результатовъ, полученныхъ Струве и Бесселемъ для Веги и 61 Лебедя. Прибавимъ, впрочемъ, что методою абсолютныхъ высотъ Петерсъ нашелъ параллаксы:

α Лиры..........	0.″20
61 Лебедя........	0.″35

Они весьма близки къ результатамъ Струве и Бесселя, что доказываетъ, что эти астрономы не ошиблись, допустивъ, что малыя звѣздочки, служившія имъ для сравненія, такъ удалены отъ насъ, что параллаксъ ихъ можетъ быть принятъ равнымъ нулю. Съ тѣмъ вмѣстѣ, это свидѣтельствуетъ о чрезвычайномъ искусствѣ и опытности Петерса.

H. (стр. 66).

О поперечникахъ звѣздныхъ дисковъ.

По несовершенству общему всѣмъ оптическимъ инструментамъ, трубы и телескопы, дающія съ точностію истинные поперечники предметовъ видимыхъ подъ угломъ извѣстной величины, даютъ результаты гораздо бо́льшіе дѣйствительныхъ, въ случаѣ наблюденія звѣздъ; и при равенствѣ всѣхъ прочихъ обстоятельствъ, эти результаты бываютъ тѣмъ менѣе, чѣмъ употребленное увеличеніе сильнѣе.

Для убѣжденія въ этомъ фактѣ, можно обратиться къ наблюденіямъ покрытій звѣздъ первой величины луною. Очень рѣдко случается, чтобы уголъ подъ которымъ видима звѣзда, составлялъ менѣе 2″. Луна, двигаясь отъ запада къ востоку проходитъ полъ-секунды градуса, въ секунду времени; по этому, еслибы діаметръ звѣзды былъ дѣйствительно въ 2″, онъ бы долженъ покрываться луною въ теченіи 4-хъ секундъ; въ самомъ же дѣлѣ онъ исчезаетъ въ невыразимо-краткое мгновеніе, какъ скоро край луны коснется кажущагося центра звѣзды. Ясно, что такой діаметръ не можетъ быть дѣйствительнымъ.

Точно къ такому же заключенію приходятъ посредствомъ наблюденія звѣздъ хорошими микрометрами и при различныхъ увеличеніяхъ.

Вообще, для діаметра звѣздъ должно принять малѣйшую величину для него найденную, и все таки мы не можемъ быть увѣрены, что эта наименьшая величина равняется ихъ истинному поперечнику.

Въ запискѣ Гершеля, напечатанной въ ***Философскихъ Трансакціяхъ*** 1805 года, мы читаемъ, что, въ октябрѣ 1781 года, угловой діаметръ Веги, измѣренный помощію ***ламповаго микрометра***, при увеличеніи въ 6,000 разъ, имѣлъ не болѣе $^{36}/_{100}$ секунды (0″,36); а 7 іюля 1780 года, Арктуръ, видѣнный сквозь туманъ, имѣлъ въ поперечникѣ не болѣе $^{2}/_{10}$ секунды (0″,2).

Принявъ эти поперечники за дѣйствительные, а разстоянія ихъ отъ земли наименьшими изъ всѣхъ, которыя можно допустить, то есть, проходимыя свѣтомъ въ три года, діаметръ Веги будетъ 52½ милліона, а Арктура — 30 милліоновъ верстъ. Но я повторяю, что эти діаметры хотя весьма умаленные превосходствомъ гершелевыхъ снарядовъ, весьма вѣроятно, еще сильно преувеличены.

Мы представляемъ здѣсь любопытные, съ исторической точки зрѣнія, результаты полученные старинными астрономами.

До открытія зрительныхъ трубъ:

Кеплеръ приписывалъ Сиріусу діаметръ въ . .				240	секундъ
Тихо	»	»	» болѣе	120	»
Албатегній	»	»	» въ . .	45	»

Послѣ открытія зрительныхъ трубъ:

Гассенди давалъ Сиріусу діаметръ въ				10	секундъ
Жакъ Кассини	»	»	»	5	» (*)

Тихо приписывалъ звѣздамъ первой величины средній діаметръ въ 120″. Менѣе яркія звѣзды казались ему замѣтно меньшими. По его мнѣнію:

Звѣзды	второй	величины	имѣютъ	поперечникъ	въ 90″
»	третьей	»	»	»	» 65″
»	четвертой	»	»	»	» 45″
»	пятой	»	»	»	» 30″
»	шестой	»	»	»	» 20″

Очевидно, что оптическій обманъ, увеличивающій кажущіеся размѣры звѣздъ, быстро уменьшается съ ослабленіемъ ихъ блеска.

Огромныя разности въ показаніяхъ величины діаметра

(*) Кассини ожидалъ большаго успѣха отъ уменьшенія поверхности его объектива, помощію картонной діафрагмы; но если огромное уменьшеніе дѣйствительнаго отверзстія трубы уменьшаетъ сферическую аберрацію, за то оно увеличиваетъ вліяніе диффракціи, совершающееся на краяхъ отверстія, и въ этомъ-то, вѣроятно, заключается источникъ результатовъ, очевидно слишкомъ большихъ, найденныхъ Кассини.

Труба, которою наблюдалъ Кассини, имѣла фокусное разстояніе въ 11 метровъ (или слишкомъ 5 саженъ).

одной и той же звѣзды, данныя различными астрономами, вслѣдствіе наблюденій простымъ глазомъ и телескопами, уже приводили къ предположенію, что въ тѣхъ діаметрахъ мало было дѣйствительнаго. Гевелій придалъ звѣздамъ постоянныя, круглыя, хорошо ограниченныя и опредѣленныя формы, помѣстивъ предъ объективомъ своей трубы металлическую пластинку, въ срединѣ которой находилось маленькое круглое отверзтіе. Онъ былъ увѣренъ, что побѣдилъ этимъ трудность задачи. Но еслибы онъ догадался замѣнить сдѣланное имъ отверзтіе другимъ, еще меньшимъ, то увидѣлъ бы, что диски увеличиваются, нисколько не теряя своей отчетливости.

То, что Гевелій выигрывалъ въ точности, уменьшеніемъ свѣта звѣздъ, чрезъ приведеніе объектива трубы къ весьма малому отверстію, значительно превосходило невыгоду происходящую отъ уклоненія лучей на краяхъ круглаго отверзстія діафрагмы. Поэтому онъ нашелъ діаметры:

Сиріуса	только	въ	6″.3
Капеллы	»	»	6″.0
Регула	»	»	5″.1
Звѣзды	2-й вел.	»	4″.5
»	3-й »	»	3″.8
»	4-й »	»	3″.2
»	5-й »	»	2″.5
»	6-й »	»	2″.0

Со времени изобрѣтенія зрительныхъ трубъ, многіе астрономы искали опытнымъ путемъ уменьшить неправильно увеличенный уголъ, подъ которымъ звѣзды являются въ этихъ инструментахъ. Но исторія ихъ попытокъ завела бы насъ слишкомъ далеко, не давъ никакого полезнаго результата.

Замѣтимъ, впрочемъ, къ какимъ нелѣпо-громаднымъ размѣрамъ привели бы насъ вышепоказанныя угловыя величины, еслибы ихъ принять за дѣйствительныя. Примите дѣйствительными диски видимые простымъ глазомъ, диски, по выраженію Галилея, окруженные широкою гривою, и многія звѣзды должны будутъ имѣть поперечники въ 33,750,000,000 верстъ и никакъ не менѣе 6,375,000,000 верстъ! Таковы, въ самомъ дѣлѣ, размѣры приписанные Сиріусу опредѣленіями Кеплера и Албатегнія. Даже опредѣленія Гассенди и Кассини даютъ звѣздамъ діаметры въ 712,500,000 верстъ и 1,525,000,000 верстъ.

Пораженный слабостію свѣта, получаемаго нами отъ совокупности всѣхъ звѣздъ блещущихъ на небѣ въ совершенно ясную ночь, Гассенди искалъ, согласно понятіямъ астрономовъ его эпохи объ угловыхъ діаметрахъ всѣхъ этихъ свѣтилъ, каковы быть должны размѣры диска, составленнаго изъ свѣта всѣхъ видимыхъ звѣздъ. Въ одномъ изъ писемъ Галилея къ великому герцогу тосканскому, о пепельномъ свѣтѣ, мы находимъ мѣсто, заключающее въ себѣ зачатокъ методы, которую мы постараемся объяснить, руководствуясь сочиненіемъ Гассенди.

Предположивъ діаметръ звѣздъ 1-й вел. $= 3'$, діаметръ звѣздъ 2-й вел. $= 2\frac{1}{2}'$, 3-й вел. $= 2'$, 4-й вел. $= 1\frac{1}{2}'$, 5-й вел. $= 1'$, и 6-й вел. $= \frac{1}{2}'$, Гассенди, весьма простымъ вычисленіемъ, нашелъ, что соединеніе половины 1,026 звѣздъ, видимыхъ простымъ глазомъ, и содержащихся въ Иппарховомъ каталогѣ, даетъ кружокъ значительно большій солнечнаго, а слѣдовательно и луннаго.

Такъ какъ очевидно звѣзды имѣютъ болѣе блеска, чѣмъ соотвѣтствующія имъ по величинѣ части луны, то 513 звѣздъ должны бы освѣщать насъ сильнѣе чѣмъ полный нашъ спутникъ, что весьма далеко отъ истины. От-

сюда ясно, что діаметры, приписанные звѣздамъ при этомъ исчисленіи, чрезвычайно преувеличены.

Такимъ образомъ фотометрія давала средство судить о погрѣшности угловыхъ діаметровъ звѣздъ, которыхъ опредѣленіе было невозможно, за неимѣніемъ зрительныхъ трубъ и микрометровъ. Въ наше время можно усовершенствовать вычисленіе Гассенди, принявъ за основаніе относительныя яркости Солнца и Сиріуса, полученныя сперва Гюйгенсомъ, а потомъ Уольстономъ.

Англійскій физикъ нашелъ, что 20,000 милліоновъ звѣздъ, подобныхъ Сиріусу, прольютъ на землю свѣтъ равный тому, который мы получаемъ отъ солнца.

Допустимъ, что внутренній блескъ Сиріуса равенъ солнечному, или, другими словами, что кажущаяся его поверхность столь же блестяща, какъ и соотвѣтствующая ей часть солнечнаго диска. Очевидно нужно, чтобы скопленіе звѣздъ равныхъ Сиріусу имѣло поверхностную величину равную солнечной, для того чтобы свѣтъ этого скопленія, изливаемый на землю, равнялся солнечному. Другими словами, нужно 20,000 милліоновъ такихъ поверхностей, какъ поверхность Сиріуса, чтобы составить дискъ равный солнечному.

Діаметръ солнца болѣе 31 минуты, или около 2,000 секундъ, что соотвѣтствуетъ 20,000 десятыхъ, или 160,000 восьмидесятыхъ секунды. Принявъ послѣднее число, мы найдемъ, что поверхность солнца состоитъ изъ 20,000 милліоновъ маленькихъ кружковъ, изъ которыхъ каждый имѣетъ радіусъ въ $\frac{1}{80}$ секунды. Для того чтобы 20,000 милліоновъ Сиріусовъ были равны поверхности солнца, необходимо, чтобы эта звѣзда имѣла поверхность равную кружку съ радіусомъ въ $\frac{1}{80}$ секунды. Таковъ будетъ поперечникъ Сиріуса, если блескъ его равняется солнечному. Но если блескъ Сиріуса болѣе солнечнаго, то

и діаметръ этой звѣзды долженъ быть, въ предшествующемъ вычисленіи, менѣе $\frac{1}{80}$ секунды. А изъ различныхъ соображеній развитыхъ въ запискѣ Уольстона, кажется, что внутренній блескъ Сиріуса гораздо сильнѣе солнечнаго. Слѣдовательно, мы смѣло можемъ принять, что угловой поперечникъ самой блестящей звѣзды на небѣ менѣе $\frac{1}{50}$ секунды.

Послѣ этого нельзя удивляться, что астрономы не успѣли еще до сихъ поръ сдѣлать опредѣлительныя измѣренія звѣздныхъ поперечниковъ.

О. (стр. 66).

О перемѣнныхъ звѣздахъ.

Любопытно изслѣдовать, блещутъ ли звѣзды постояннымъ свѣтомъ? Если предположить, что этотъ свѣтъ измѣняется, то и наше солнце, очевидно принадлежащее къ числу звѣздъ, подойдетъ также подъ общее правило. Въ давно минувшіе вѣка могла существовать на землѣ температура несравненно высшая, чѣмъ въ наше время; въ будущіе вѣка солнце можетъ угаснуть и всѣ планеты будутъ обращаться по прежнему вокругъ огромнаго, но уже темнаго тѣла, которое не будетъ болѣе освѣщать ихъ. Геологи будутъ имѣть тогда право смѣло прибѣгать къ этой причинѣ, для объясненія различныхъ явленій представляемыхъ земною корою; тогда какъ теперь они едва смѣютъ о ней упоминать, до какой степени она кажется ипотетическою, и т. д.

Древнія наблюденія звѣзднаго неба, несмотря на ихъ

несовершенство, удовлетворительно доказываютъ, что нѣкоторыя звѣзды измѣняютъ свой блескъ.

Эратосѳенъ (род. за 276 л. до Р. Хр.), говоритъ о звѣздахъ Скорпіона: «Имъ предшествуетъ самая красивая изъ всѣхъ, блестящая звѣзда сѣверной Клешни». Въ наше время, сѣверная Клешня не такъ ярка, какъ южная, и обѣ уступаютъ въ блескѣ Антаресу. Изъ этого можно заключать, что со временъ Эратосѳена, совершились измѣненія въ блескѣ звѣздъ Скорпіона (*).

Для рѣшенія вопроса о постоянствѣ солнечнаго блеска, хотѣли было принять за основаніе небесныя карты, изданныя въ 1603 году, въ Регенсбургѣ, знаменитымъ юристомъ-астрономомъ Байеромъ. Но въ этихъ картахъ оказались погрѣшности, которыхъ не подозрѣвала бóльшая часть астрономовъ. Вслѣдствіе подробнаго и глубокаго изученія этихъ картъ, Аргеландеръ въ недавнее время доказалъ, что авторъ ихъ самъ не дѣлалъ лично никакихъ наблюденій, а помѣщалъ звѣзды по величинамъ обозначенымъ въ Алмагестѣ Птолемея и въ каталогѣ Тихона.

Уйльямъ Гершель рѣшился, въ 1783 году, присоединить изученіе блеска звѣздъ къ другимъ изслѣдованіямъ занимавшимъ его дни и ночи. Къ несчастію, ни онъ, ни предшествовавшіе ему физики, не отъискали средства опредѣлять безусловное напряженіе столь малыхъ количествъ свѣта, какіе мы встрѣчаемъ въ звѣздахъ. По необходимости, Гершель долженъ былъ ограничиться относительнымъ блескомъ: онъ сравнивалъ каждую звѣзду съ другими сосѣдними, видимыми однимъ и тѣмъ же взглядомъ, безъ

(*) По Аратусу, въ Лирѣ, гдѣ блещетъ теперь Вега (1-й вел.) не находится ни одной примѣчательной звѣзды. Мы не ссылаемся на это увѣреніе древняго поэта, потому что оно положительно опровергается свидѣтельствомъ Эратосѳена.

помощи всякаго инструмента, и помѣщалъ ихъ потомъ въ порядкѣ относительнаго блеска.

Чтобы составить себѣ точное понятіе о затрудненіяхъ встрѣчаемыхъ наблюдателемъ, предпринимающимъ классификацію звѣздъ по порядку ихъ блеска, должно подумать о погрѣшностяхъ могущихъ произойти отъ періодическихъ неравенствъ въ яркости сравниваемыхъ звѣздъ, о неравномѣрной прозрачности слоевъ атмосферы, имѣющихъ различное возвышеніе надъ горизонтомъ, объ ослабляющемъ вліяніи сумеречнаго и луннаго свѣта, о вліяніяхъ мерцанія и т. п.

При помощи своихъ драгоцѣнныхъ таблицъ, хотя предметы сравненія и были раздѣлены мало отдаленными одна отъ другой эпохами, Гершель полагалъ замѣтить дѣйствительныя измѣненія блеска (увеличенія и уменьшенія) въ тридцатой части наблюденныхъ имъ звѣздъ. Впрочемъ, этотъ трудъ гораздо важнѣе по будущимъ результатамъ которые онъ обѣщаетъ грядущимъ астрономамъ, чѣмъ по результатамъ имъ уже доставленнымъ.

Измѣненіе блеска звѣздъ бываетъ двоякое: онъ или увеличивается или уменьшается. Такъ, при сравненіи Гершелевыхъ результатовъ съ байеровою Уранометріею, оказывается, что звѣзды: *гамма* Дракона и Стрѣльца, *вита* Геркулеса, Кассіопеи, Рака, Кита и Треугольника, *дельта* Козерога, сдѣлались ярче звѣздъ тѣхъ же самыхъ созвѣздій обозначенныхъ буквою *альфа*. Мы выше упомянули о свидѣтельствѣ Эратосѳена относительно измѣненія блеска звѣзды въ сѣверной Клешнѣ Скорпіона; но фактъ уменьшенія блеска звѣздъ имѣетъ много другихъ примѣровъ. Такъ, α большой Медвѣдицы никакъ неможетъ считаться нынѣ звѣздою отъ 1-й до 2-й величины, какъ во времена Флэмстида: слѣдовательно блескъ этой звѣзды уменьшился.

Денебола, или β Льва, которую Байеръ причислялъ къ

первой величинѣ, въ наше время уступаетъ въ яркости многимъ звѣздамъ второй величины.

α Дракона, помѣщенная у Байера въ числѣ звѣздъ второй величины, нынѣ никакъ не выше третьей величины.

Отъ звѣздъ которыхъ блескъ уменьшился, естественно перейти къ тѣмъ, свѣтъ которыхъ совершенно угасъ. Не останавливаясь на седьмой изъ Плеядъ, исчезновеніе которой совершилось, какъ говорятъ, въ эпоху разрушенія Трои, перейдемъ прямо къ наблюденіямъ Гевелія.

Этотъ астрономъ упоминаетъ о пяти звѣздахъ исчезнувшихъ въ его время (*). Въ то время, когда Уйльямъ Гершель не сомнѣвался еще въ достовѣрности Флэмстидова небеснаго атласа, число потерянныхъ звѣздъ казалось ему весьма значительнымъ; но, прибѣгнувъ потомъ къ оригинальнымъ наблюденіямъ Флэмстида, онъ открылъ въ его небесномъ атласѣ и въ британскомъ каталогѣ множество погрѣшностей, заставлявшихъ его измѣнить прежнее свое заключеніе. Можно судить о затруднительности такихъ изысканій, узнавъ, что въ каталогѣ заключалось 111 звѣздъ никогда не существовавшихъ, и попавшихъ туда только вслѣдствіе погрѣшностей вычислителей и переписчиковъ; а, съ другой стороны, отъ 500 до 600 звѣздъ съ точностію наблюденныхъ были пропущены.

Послѣ такой повѣрки, Гершель считалъ совершенно пропавшими, послѣ Флэмстида, 9 и 10 Тельца, обѣ звѣзды шестой величины. 55 Геркулеса, находившаяся на шеѣ фигуры, помѣщена Флэмстидомъ въ числѣ звѣздъ пятой величины; 10-го октября 1781 года, Гершель видѣлъ ее вполнѣ удовлетворительно и замѣтилъ, что она имѣетъ красный цвѣтъ; 11-го апрѣля 1782 года, онъ видѣлъ ее снова и отмѣтилъ обыкновенною звѣздою; но 24-го марта

---

*) *Delambre*, Astronomie moderne. T. II, p. 483.

1791 года и въ послѣдующее время нельзя было открыть болѣе никакихъ слѣдовъ этой звѣзды. Слѣдовательно, она исчезла.

Всѣ эти явленія наводятъ насъ на вопросъ о постоянствѣ блеска нашего солнца. Можемъ ли мы надѣяться на вѣчное истеченіе его благотворныхъ, свѣтлыхъ и теплыхъ лучей? Не должно ли опасаться, что съ нимъ можетъ случиться быстрое, внезапное измѣненіе свѣта и теплоты, которое будетъ имѣть гибельное вліяніе на все живое?

Должно по правдѣ сказать, что великіе вопросы объ измѣненіи и исчезновеніи звѣздъ уже обращали на себя вниманіе нѣкоторыхъ астрономовъ, ранѣе чѣмъ Гершель сдѣлалъ ихъ предметомъ своихъ превосходныхъ изслѣдованій. Въ самомъ дѣлѣ, еще въ 1437 году, Улугъ-Бегъ, въ предисловіи къ своему звѣздному каталогу, говоритъ, что одна звѣзда Возничаго, 11-ая въ Волкѣ и еще шесть звѣздъ, изъ которыхъ четыре третьей величины, близкихъ къ Южной-Рыбѣ, всѣ отмѣченныя въ каталогахъ Птолемея и Абдурамана-Суфи, исчезли съ неба. Въ концѣ XVII-го вѣка, Ж. Д. Кассини объявилъ, что звѣзда помѣщенная Байеромъ надъ ε Малой Медвѣдицы, исчезла, а ζ Андромеды значительно потускла. Въ 1709 году Маральди не могъ болѣе видѣть трубою, ни двухъ звѣздъ шестой величины, помѣщенныхъ Байеромъ подъ южною Рукою Дѣвы, ни третьей звѣзды той же величины, находившейся на картахъ регенсбургскаго астронома, въ западной Чашѣ Вѣсовъ, и т. д.

Блескъ нѣкоторыхъ звѣздъ увеличивается. Такое постепенное усиленіе блеска замѣтилъ Уйльямъ Гершель въ Поллуксѣ, β Кита и ζ Стрѣльца. Въ концѣ XVII-го вѣка, 31 Дракона была, по Флэмстиду, седьмой величины; въ 1783 году Уйльямъ Гершель считалъ ее звѣздою чет-

вертой величины. 14 Рыси, отмѣченная седьмой величины у Флэмстида, показывается Гершелемъ пятой величины. 38 Персея, во времена Флэмстида была шестой величины, а въ эпоху Гершеля уже четвертой величины. Подлѣ ζ Большой Медвѣдицы, есть маленькая звѣздочка, нынѣ очень хорошо видимая. Арабы прозвали ее *алькоръ*: слово это предполагаетъ въ видящемъ эту звѣзду острое зрѣніе: почему должно думать, что блескъ этой звѣзды усилился.

Нѣкоторыя звѣзды періодически измѣняютъ свой блескъ. Въ нѣкоторыхъ изъ этихъ странныхъ свѣтилъ, переходъ отъ наибольшаго свѣта къ наименьшему, и возвращеніе отъ наименьшаго къ наибольшему, совершается въ короткій промежутокъ времени. Въ другихъ звѣздахъ, напротивъ, эти промежутки довольно продолжительны.

Вотъ таблица замѣчательнѣйшихъ періодическихъ звѣздъ, составленная знаменитымъ Араго, по оригинальнымъ источникамъ:

Перемѣнныя звѣзды съ длинными періодами.

R Вѣнца, съ періодомъ въ 323 дня и измѣненіемъ отъ шестой величины до полнаго исчезновенія. Періодичность открыта и опредѣлена Пиготтомъ (Pigott).

o Кита, съ періодомъ въ 334 дня и измѣненіемъ отъ второй величины до совершеннаго исчезновенія. Періодичность открылъ Холварда (Holvarda), а періодъ опредѣлилъ Бульо (Bouillaud).

χ на шеѣ Лебедя, съ періодомъ въ 404 дня и измѣненіемъ отъ пятой до одиннадцатой величины. Періодичность открыта Кирхомъ (Kirch), и опредѣлена Маральди.

30 Самки Гидры (назыв. Гидра Гевелія), съ періодомъ въ 494 дня и измѣненіемъ отъ четвертой величины до исчезновенія. Періодичность открыта Маральди, а опредѣлена имъ же и Пиготтомъ.

Перемѣнныя звѣзды съ короткимъ періодомъ.

β Персея, или Алголь въ головѣ Медузы, съ періодомъ въ 2 сутокъ 20 часовъ 48 минутъ. Измѣненіе ея свѣта, между второй и четвертой величинами, открыты Монтанари и Маральди, а періодъ опредѣлилъ Гудрике.

δ Цефея, съ періодомъ въ 5 сутокъ 8 часовъ 37 минутъ и измѣненіемъ отъ третьей до пятой величины, открытымъ и опредѣленнымъ Гудрике.

β Лиры. Періодъ 6 сутокъ 9 часовъ; а измѣненія отъ третьей до пятой величины: открыты и опредѣлены Гудрике.

η Антиноя, съ періодомъ въ 7 сутокъ 4 часа 15 минутъ и измѣненіемъ отъ четвертой до пятой величины, открытыми и опредѣленными Пиготтомъ.

η Корабля Арго, съ неопредѣленнымъ періодомъ.

Не удивительно ли, что Гевелій, столь часто опредѣлявшій угловое разстояніе отъ o Кита до Алголя, не замѣтилъ періодичности послѣдней звѣзды? Это обстоятельство можетъ служить урокомъ для тѣхъ, которые боятся искать жатвы на поляхъ изслѣдованныхъ знаменитыми учеными.

Слѣдующая таблица перемѣнныхъ звѣздъ составлена боннскимъ астрономомъ Аргеландеромъ. Нуль въ столбцѣ наименьшаго блеска означаетъ, что въ этомъ періодѣ звѣзда бываетъ слабѣе десятой величины. Буквы большаго латинскаго алфавита даны Аргеландеромъ малымъ перемѣннымъ звѣздамъ, которыя до того времени не имѣли ни названія, ни знака. Здѣсь же помѣщены и семь звѣздъ (o Кита, β Персея, χ Лебедя, 30 Гидры Гевелія,

β Лиры, δ Цефея, R Вѣнца) таблицы Араго̀. η Орла у Аргеландера та же самая звѣзда, которую Араго̀ назвалъ η Антиноя. Числа обѣихъ таблицъ, относительно продолжительности періодовъ, показываютъ, въ какихъ предѣлахъ могутъ измѣняться опредѣленія подобнаго рода, сдѣланныя различными астрономами.

Названія звѣздъ.	Продолжительность періода. сутки.	часы.	минуты.	Блескъ Наибольшій.	Наименьшій.
о Кита........	331	20	—	отъ 4 вел. до 2.1 вел.	0 вел.
β Персея......	2	20	49	2.3	4
χ Лебедя......	406	1	30	6.7 до 4	0
30 Гидры Гевелія	495	—	—	5 до 4	0
R Льва........	312	18	—	5	0
η Орла........	7	4	14	3.4	5.4
β Лиры........	12	21	45	3.4	4.5
δ Цефея.......	5	8	49	4.3	5.4
α Геркулеса....	66	8	—	3	3.4
R Вѣнца.......	323	—	—	6	0
R Щита........	71	17	—	6.5 до 5.4	9 до 6
R Дѣвы.......	145	21	—	7 до 6.7	0
R Водолея.....	388	13	—	9 до 6.7	0
R Змѣя.......	359	—	—	6.7	0
S Змѣя........	367	5	—	8 до 7.8	0
R Рака........	380	—	—	7	0
α Кассіопеи....	79	3	—	2	3.2
α Оріона......	196	0	—	1	1.2
α Гидры.......	55	—	—	2	2.3
ε Возничаго....	?			3.4	4.5
ς Близнецовъ...	10	3	35	4.3	5.4
β Пегаса......	40	23	—	2	2.3
R Пегаса......	350	—	—	8	0
S Рака........	?			7.8	0

Названія звѣздъ.	Имена лицъ открыв. ихъ періодич.	Эпохи открытій.
о Кита	Холварда	1639
β Персея	Монтанари	1669
χ Лебедя	Кирхъ	1687
30 Гидры Гевелія	Маральди	1704
R Льва	Кохъ	1782
η Орла	Пиготтъ	1784
β Лиры	Гудрике	1784
δ Цефея	Гудрике	1784
α Геркулеса	У. Гершель	1795
R Вѣнца	Пиготтъ	1795
R Щита	Пиготтъ	1795
R Дѣвы	Хардингъ	1809
R Водолея	Хардингъ	1810
R Змѣя	Хардингъ	1826
S Змѣя	Хардингъ	1828
R Рака	Швердъ	1829
α Кассіопеи	Бейртъ (Birt)	1831
α Оріона	Дж. Гершель	1836
α Гидры	Дж. Гершель	1837
ε Возничаго	Хейсъ	1846
ς Близнецовъ	Шмитъ	1847
β Пегаса	Шмитъ	1848
R Пегаса	Хайндъ	1848
S Рака	Хайндъ	1848

Первыя наблюденія надъ періодическими звѣздами сдѣланы два съ половиною вѣка тому назадъ Давидомъ Фабриціемъ и голландцемъ Іонномъ Фоцилидомъ Холвардою.

Вышеприведенныя таблицы не заключаютъ въ себѣ всѣхъ звѣздъ въ которыхъ открыты періодическія измѣненія въ блескѣ, а только главнѣйшія изъ нихъ.

Въ наше время, одна изъ звѣздъ южнаго неба представляетъ измѣненія въ блескѣ столь необыкновенныя и разительныя, что мы рѣшаемся сказать здѣсь нѣсколько словъ въ особенности объ этой странной звѣздѣ. Мы заимствуемъ ихъ изъ Гумбольдтова *Космоса*:

«Еще въ 1677 году, по возвращеніи своемъ съ остр. св. Елены, Галлей выражалъ сомнѣніе относительно постоянства блеска звѣздъ Корабля Аргò: онъ имѣлъ особенно въ виду тѣ изъ нихъ, которыя блещутъ на кормѣ и палубѣ, и которыхъ величины означены у Птолемея. Однакожъ неточность древнихъ опредѣленій, многочисленные варіанты списковъ Алмагеста, и, особенно, трудность точнаго опредѣленія силы свѣта звѣздъ, не позволили Галлею убѣдиться въ истинѣ своихъ подозрѣній. Въ 1677 году, Галлей ставилъ η Корабля въ числѣ звѣздъ четвертой величины; въ 1751 году Лакайль считалъ ее второй величины. Позже, она опять слабѣла до четвертой величины, потому что Борчель (Burchell) видѣлъ ее такою, во время пребыванія своего въ южной Африкѣ (1811—1815). Съ 1822 по 1826 г. Фэллоусъ (Fallous) и Бризбэнъ (Brisbane), въ Новой Голландіи, наблюдали ее какъ звѣзду второй величины, а Борчель находившійся въ 1827 году въ Санъ-Пауло въ Бразиліи, ставилъ ее въ ряду звѣздъ первой величины и почти равною α Южнаго Креста. Годъ спустя, она уменьшилась до второй величины. Таковъ былъ ея блескъ, когда 29-го февраля 1828 года, Борчель наблюдалъ ее въ Гойяцѣ (Goyaz), и этою же величиною она записана въ каталогахъ Джонсона и Тэйлора (1829—1833). Когда сэръ Джонъ Гершель наблюдалъ на мысѣ Доброй Надежды, онъ постоянно, съ 1834 по 1837 годъ, помѣщалъ η Аргò въ числѣ звѣздъ между второй и первой величинами.

Но, 16-го декабря 1837 года, въ то время какъ знаменитый англійскій астрономъ намѣревался измѣрить силу свѣта издаваемаго безчисленнымъ множествомъ маленькихъ звѣздочекъ отъ одиннадцатой до шестнадцатой величины, составляющихъ вокругъ η Корабля великолѣпную туманность, вниманіе его было привлечено страннымъ явленіемъ: η Корабля, которую онъ такъ часто наблюдалъ прежде, усилилась въ блескѣ такъ быстро, что сравнялась съ α Кентавра, и была ярче всѣхъ звѣздъ первой величины, за исключеніемъ только Канопа и Сиріуса. На этотъ разъ, наибольшаго своего блеска она достигла около 2-го января 1838 г. и за тѣмъ вскорѣ, уменьшившись, сдѣлалась меньше Арктура, все таки оставаясь, около половины апрѣля 1838 г., ярче Альдебарана. Она продолжала уменьшаться до марта 1843 года, не выходя однакожъ изъ ряда звѣздъ первой величины; за тѣмъ она вновь стала увеличиваться, особенно въ апрѣлѣ 1843 г. и съ такою быстротою, что по наблюденіямъ Мэкея (Mackay) въ Калькуттѣ, и Меклира (Mecleаr) на мысѣ Доброй Надежды, η Корабля сдѣлалась ярче Канопа и почти сравнялась съ Сиріусомъ. Звѣзда сохраняла этотъ необыкновенный блескъ до начала 1850 г. Искусный наблюдатель, лейтенантъ Джиллисъ (Gillis), начальникъ астрономической экспедиціи, посланной Соединенными Штатами въ Чили, писалъ изъ Сантъ-Яго въ февралѣ 1850 года:

«Нынѣ η Корабля, желтовато-краснаго цвѣта, темнѣе Марсова, весьма близка своимъ блескомъ къ Канопу; она ярче чѣмъ соединенный свѣтъ двухъ звѣздъ образующихъ α Кентавра».

И такъ быстрыя перемѣны блеска η Корабля продолжаются уже нѣсколько лѣтъ, и никто еще не успѣлъ подчинить ихъ простому и правильному закону.

Кромѣ перемѣнныхъ звѣздъ, должно еще упомянуть о такъ называемыхъ *новыхъ звѣздахъ*. Подъ этимъ назва-

ніемъ разумѣются звѣзды, которыя явившись почти внезапно, съ извѣстнымъ блескомъ, исчезли потомъ постепенно и, съ тѣхъ поръ, болѣе не показывались, хотя со времени ихъ появленія протекло уже много времени.

Плиній говоритъ, что новая звѣзда, появившаяся во времена Иппарха, подала этому астроному мысль составить каталогъ звѣздъ видимыхъ, въ его время, на небесномъ сводѣ.

Долгое время считали этотъ разсказъ за выдуманный анекдотъ, но съ тѣхъ поръ какъ наши синологи глубже проникли въ китайскую литературу, мнѣніе объ этомъ предметѣ значительно измѣнилось. Въ самомъ дѣлѣ, Эдуардъ Біо нашелъ въ сборникѣ *Ма-туанъ-линъ*, что, въ 134 году до нашей эры, китайцы наблюдали новую звѣзду въ Скорпіонѣ. Годъ этого явленія предшествуетъ только шестью годами эпохѣ, къ которой обыкновенно относятъ составленіе Иппархова каталога.

Историки пишутъ о появленіяхъ временныхъ звѣздъ слѣдующее:

130 лѣтъ по Р. Хр., въ царствованіе императора Адріана, явилась новая звѣзда.

Отъ 388 до 398 года, въ царствованіе императора Гонорія, явилась новая звѣзда въ Орлѣ.

Въ IX вѣкѣ, Албумазаръ наблюдалъ огромную звѣзду въ 15-мъ градусѣ Скорпіона.

Въ 945 году, при императорѣ Оттонѣ, явилась звѣзда между Кассіопеею и Цефеемъ.

Въ 1264 году, также являлась звѣзда близъ Кассіопеи.

Въ 1572 году, знаменитая новая звѣзда въ Кассіопеѣ, тщательно наблюденная Тихономъ Браге.

Въ 1604 году, новая звѣзда въ Офіухѣ, наблюдавшаяся Кеплеромъ, Галилеемъ и мн. др.

Въ 1670 году, патеръ Антельмъ открылъ новую звѣзду въ Лебедѣ.

Всѣ обстоятельства, сопровождавшія появленіе новыхъ звѣздъ 1572 и 1604 годовъ, весьма тщательно описаны, относительно первой — Тихономъ Браге, а относительно послѣдней — Галилеемъ, и особливо Кеплеромъ.

Намъ остается, въ заключеніе этой длинной статьи, поговорить еще о различныхъ ипотезахъ предложенныхъ для объясненія явленій перемѣнныхъ и новыхъ звѣздъ.

Первое и самое старинное объясненіе измѣняемости блеска замѣченнаго въ перемѣнныхъ звѣздахъ, предложено Бульо. Онъ полагалъ, что перемѣнныя звѣзды не одинаково свѣтлы на всемъ протяженіи ихъ поверхности, и что онѣ вращаются около своихъ осей такъ, что послѣдовательно обращаютъ къ землѣ, то полушарія совершенно свѣтлыя, то болѣе или менѣе усѣянныя темными пятнами. Въ запискѣ 1667 года, Бульо представляетъ о Кита шаромъ правильно и непрерывно вращающимся вокругъ одного изъ своихъ діаметровъ. Присовокупивъ къ этому предположеніе, что бо̀льшая часть поверхности этого шара темная, а меньшая свѣтлая, французскій астрономъ полагалъ всѣ условія явленія удовлетворенными.

По другому объясненію, звѣздѣ вовсе нѣтъ надобности находиться въ вращательномъ движеніи. Ея полныя и частныя затмѣнія, ея кажущіяся измѣненія блеска, происходятъ отъ прохожденія, между періодичною звѣздою и землею, какого-либо темнаго тѣла, обращающагося вокругъ той звѣзды, какъ планеты вокругъ нашего солнца, и затемняющаго ее, то вполнѣ, то болѣе или менѣе совершеннымъ образомъ.

Наконецъ, по предложенію Мопертюи (Maupertuis), въ безконечномъ количествѣ звѣздъ, существуютъ не только круглыя, но сильно сплюснутыя, подобныя видомъ мель-

ничному жернову. Онѣ являются намъ то ребромъ, то плашмя, и это вполнѣ объясняетъ, по мнѣнію астронома-литератора, всѣ измѣненія блеска періодическихъ звѣздъ.

Каждое изъ этихъ предположеній можетъ удовлетворить общности наблюденныхъ явленій, но не ихъ подробностямъ и частностямъ. А именно и необходимо нынѣ обратиться къ этимъ подробностямъ и частностямъ вопроса о перемѣнныхъ звѣздахъ, сравнивая перемѣны ихъ блеска, день за днемъ, въ короткіе промежутки времени, чтобы, смотря по случаю, видоизмѣнять объясненіе и прибѣгать то къ той, то къ другой причинѣ, или къ нѣсколькимъ вмѣстѣ.

Хайндъ обратилъ вниманіе астрономовъ на то обстоятельство, что перемѣнныя звѣзды, особенно самыя слабыя, вообще имѣютъ красный цвѣтъ. Не существуетъ ли какой нибудь связи между этимъ замѣчаніемъ и наблюденіемъ того же астронома, что перемѣнныя звѣзды, въ моментъ ихъ наименьшаго блеска, кажутся окруженными чѣмъ-то въ родѣ туманности? Если допустить несомнѣнность существованія такого тумана, то это поставило бы насъ на путь объясненія вышеупомянутыхъ туманныхъ явленій. Можетъ быть окажется, что измѣненіе блеска звѣзды зависитъ не отъ обращенія вокругъ нея совершенно темной планеты, но отъ космическихъ или міровыхъ облаковъ, которыя, обращаясь вокругъ звѣзды, какъ планеты обращаются вокругъ солнца, послѣдовательно проходятъ между землею и звѣздою, и заслоняютъ послѣднюю для первой.

Что касается до различныхъ объясненій явленія новыхъ звѣздъ, то мы считаемъ всего приличнѣе привести здѣсь то что было сказано о новой звѣздѣ 1752 года.

Когда блестящая новая звѣзда 1572 г. такъ внезапно и неожиданно явилась въ Кассіопеѣ, то ученіе перипатетиковъ о неизмѣнности звѣзднаго неба не было уже всеобщимъ догматомъ. Многіе астрономы, и въ томъ числѣ Тихо-де-Браге, утверждали въ самомъ дѣлѣ что эта звѣзда произошла отъ недавняго скопленія части разсѣянной по всему небесному пространству матеріи и считали ее вновь образовавшеюся. Мнѣніе это подтверждалось тѣмъ, что всѣ новыя звѣзды являлись или въ млечномъ пути, или весьма близко отъ крайнихъ предѣловъ этой свѣтлой полосы.

Многіе астрономы, напротивъ того, вѣрившіе въ вѣчное совершенство небесъ и увлекаемые ложными схоластическими и религіозными понятіями, отвергали мнѣніе Тихо-де-Браге. Они считали звѣзду 1572 года древнею, какъ міръ; причину же ея невидимости объясняли чрезвычайнымъ ея удаленіемъ отъ земли. Приближаясь къ землѣ, она сдѣлалась видимою, но по мѣрѣ новаго удаленія ея на прежнее мѣсто, она постепенно ослабѣвала и наконецъ совсѣмъ исчезла. Движеніе это совершалось взадъ и впередъ прямолинейно, потому что во все теченіе 16-ти мѣсяцевъ ея видимости, звѣзда неизмѣнно сохраняла свое мѣсто относительно другихъ звѣздъ.

Такъ объясняли появленіе новой звѣзды Іеронимъ Фракасторъ, Джонъ Ди (J. Dee), Илья Камераріусъ и др. Тихо-де-Браге возразилъ имъ, что прямолинейное движеніе неестественно небеснымъ тѣламъ. На это можно бы возразить, что еслибы новая звѣзда двигалась по весьма растянутой эллиптической орбитѣ, которой поперечная ось, по малости своей, незамѣтна съ земли, то эллиптическое движеніе произвело бы дѣйствіе совершенно подобное прямолинейному и возраженіе Тихо-де-Браге было бы неумѣстно.

Другое болѣе дѣльное возраженіе состояло въ томъ, что такъ какъ звѣзда находилась почти въ совершенно

одинаковыхъ обстоятельствахъ, при приближеніи своемъ къ Землѣ и при удаленіи отъ нея, то пути по обоимъ направленіямъ должны были совершаться съ одинаковыми скоростями и не было причины, чтобы періодъ возрастанія свѣта разнился отъ періода его уменьшенія. Напротивъ, звѣзда Кассіопеи, явившись внезапно, употребила 12 мѣсяцевъ для уменьшенія отъ первой до седьмой величины. А внезапное ея явленіе подтверждается тѣмъ, что звѣзда третьей или второй величины не могла же въ теченіи цѣлыхъ мѣсяцевъ скрываться отъ глазъ астрономовъ, хотя и вовсе не предупрежденныхъ о ея появленіи.

Еслибы астрономы, современные Тихо-де-Браге, знали скорость свѣта и имѣли тѣ же понятія о параллаксѣ, которыми мы по справедливости гордимся, то навѣрное бы они не стали объяснять измѣненія свѣта звѣзды 1572 года различіемъ разстояній ея отъ земли. Пусть судитъ самъ читатель.

Такъ какъ звѣзда 1572 года находилась на обыкновенномъ отдаленіи прочихъ звѣздъ, то свѣтъ ея никакъ не могъ достигнуть до земли ранѣе, чѣмъ въ три года. Въ самый моментъ своего явленія, звѣзда эта превосходила блескомъ всѣ звѣзды первой величины. Доказано, что для уменьшенія звѣзды первой величины до второй величины, нужно, чтобы она прямо удалилась отъ земли на разстояніе равное ея первоначальному разстоянію. Такимъ образомъ, звѣзда первой величины 1572 года не могла бы уменьшиться до второй величины, не удалившись отъ земли еще на то разстояніе, которое свѣтъ пробѣгаетъ въ три года. Прошло бы, по-крайней-мѣрѣ, шесть лѣтъ между послѣднимъ днемъ періода, въ который звѣзда имѣла полный свой блескъ, и первымъ днемъ ея появленія звѣздою второй величины, даже еслибы предположить быстроту передвиженія звѣзды равною быстротѣ свѣта.

Въ самомъ дѣлѣ, прошло бы три года въ передвиженіи звѣзды отъ положенія первой величины до положенія второй величины и три года для пути свѣта отъ втораго положенія къ первому. Сохранивъ то же предположеніе о страшной скорости передвиженія огромной массы звѣзды, переходъ отъ второй величины къ третьей потребовалъ бы новаго промежутка въ 6 лѣтъ, и такъ далѣе, до седьмой величины.

Однимъ словомъ, еслибы звѣзда 1572 года удалялась отъ земли съ неимовѣрною быстротою свѣта, то она никакъ не могла уменьшиться въ блескѣ отъ первой до седьмой величины ранѣе, какъ въ 36 лѣтъ. А мы знаемъ, какъ быстро совершались эти переходы.

Даже, еслибы вздумали одарить эту звѣзду скоростію еще бо̀льшею чѣмъ скорость свѣта, то мало бы выиграли. Наконецъ, еслибы одарить звѣзду скоростію безконечною, то и тогда вышеприведенныя числа сократились бы только на половину (то-есть 18 лѣтъ). А извѣстно, что звѣзда, бывшая въ мартѣ 1573 года еще первой величины, уменьшилась до седьмой въ теченіи одного года, и въ мартѣ 1574 года никакой астрономъ не могъ болѣе видѣть ее простымъ глазомъ.

О нелѣпыхъ объясненіяхъ Кардана, Рикчіоли, Теодора де-Безе и Валеріуса Коварробіануса не стоитъ и упоминать.

Изъ всѣхъ причинъ, которыми можно объяснять появленія, исчезанія и постепенныя перемѣны блеска нѣкоторыхъ звѣздъ, намъ кажется всего прежде и естественнѣе должны бы представиться уму астрономовъ XVI-го вѣка неравенство свѣта различныхъ частей поверхности звѣзды и вращеніе на своей оси. Почему же этого не случилось? Отвѣтъ очень простъ. До открытія зрительныхъ трубъ случившагося въ началѣ XVI-го вѣка, не знали о суще-

ствованіи солнечныхъ пятенъ, ни гораздо слабѣйшихъ пятенъ, показывающихся на поверхностяхъ планетъ, и ни одно еще свѣтило не показало глазамъ астрономовъ движенія около своего центра. Правда, Коперникъ, въ своемъ безсмертномъ твореніи «De Revolutionibus», заставлялъ вертѣться Землю; но уподобленіе, въ такомъ отношеніи, нашего шара солнцу и звѣздамъ, было такъ смѣло, что одни геніальные люди могли себѣ позволить подобную дерзость.

На эту дерзость посягнулъ Кеплеръ въ диссертаціи своей о звѣздѣ 1604 года. «Вѣроятно, — говоритъ великій астрономъ — что всѣ планеты и *звѣзды* обращаются вокругъ своихъ осей». Позже, въ 1609 году, онъ распространилъ это заключеніе и на солнце. Въ XXXII-й главѣ незабвеннаго творенія «De motibus stellae Martis» читаемъ: «Тѣло солнца магнитное и обращается вокругъ самого себя». Вскорѣ, изобрѣтеніе зрительныхъ трубъ подтвердило предсказаніе Кеплера и дало намъ новыя средства объяснить многія явленія звѣзднаго неба.

Столь долгое время остававшаяся непризнанною причина измѣненія блеска періодическихъ звѣздъ — вращательное ихъ движеніе — вдругъ до того вообще понравилась, что ею захотѣли объяснить и явленія новыхъ звѣздъ. Такъ, упоминаемыя историками новыя звѣзды 945 и 1264 годовъ, являвшіяся между Цефеемъ и Кассіопеею, стали принимать за прежнія появленія звѣзды 1572 года. Конечно, періоды здѣсь не совершенно равны между собою: отъ 945 по 1264 прошло 319 лѣтъ, а отъ 1264 до 1572, только 308 лѣтъ; но періодическія звѣзды съ короткими періодами представляютъ неправильности пропорціонально столь же значительныя.

Если новая звѣзда Тихо-де-Браге возвращается чрезъ періоды около 300 лѣтъ, то почему же не видѣли ее въ

VII-мъ вѣкѣ? На это можно отвѣчать, что перемѣнныя звѣзды не всякій разъ возвращаются къ прежней степени блеска и что легко могло случиться, что звѣзда Кассіопеи, въ прежнія появленія, достигала такихъ малыхъ величинъ, которыя трудно замѣчаются или даже вовсе незамѣтны простому глазу.

Пиготтъ и Крейль приписывали звѣздѣ 1572 года, вмѣсто трехсот-лѣтняго періода, половинный или около 150 лѣтъ. Этотъ періодъ имѣлъ только то преимущество, что ближе подходилъ къ дознаннымъ періодамъ собственно-перемѣнныхъ звѣздъ. Гершель воображалъ, что онъ сдѣлалъ капитальное открытіе, помѣстивъ α Геркулеса съ 60-ти дневнымъ періодомъ обращенія между звѣздами отъ 3-хъ до 7-ми дневнаго періода и звѣздами съ періодомъ въ 400 дней. Здѣсь промежуточнымъ звеномъ между этими звѣздами и звѣздою съ 150-ти-лѣтнимъ періодомъ, была бы звѣзда въ груди Лебедя, открытая въ 1600 году Янсоніемъ. Въ самомъ дѣлѣ, по Пиготту, полный періодъ ея измѣненія, увеличенія и уменьшенія, простирается до 18-ти лѣтъ.

Несмотря на всѣ эти сближенія, основываясь на достовѣрныхъ, хотя и деликатныхъ наблюденіяхъ, Араго доказалъ, что звѣзда 1572 года, безъ важныхъ оговорокъ, не можетъ быть уподоблена истиннымъ періодическимъ звѣздамъ.

Чтобы согласить красноватый цвѣтъ звѣзды съ тожествомъ скорости движенія разноцвѣтныхъ свѣтовыхъ лучей и съ наблюденіями собственно-періодическихъ звѣздъ, должно допустить, что въ новой звѣздѣ совершаются значительные физическіе перевороты и этимъ она отличается отъ періодическихъ звѣздъ. Упомянемъ впрочемъ о замѣчаніи знаменитаго астронома (сэра Джона Гершеля), что несовершенно прозрачная средина, родъ космическаго

облака, движущагося въ пространствѣ, могла случайно находиться между землею и Кассіопеею, и что часть этого облака, проходимая лучами новой звѣзды, была въ мартѣ толще чѣмъ въ остальное время.

Тѣ, которые читаютъ Кеплера безъ достаточнаго вниманія и безъ духа строгой критики, воображаютъ, что новая звѣзда 1604 года представляла необыкновенныя разнообразныя и рѣзкія цвѣтныя явленія. Это несправедливо. Кеплеръ говоритъ о желтыхъ, шафранныхъ, пурпуровыхъ и красныхъ оттѣнкахъ, потому только, что ихъ видѣли сквозь пары горизонта. На извѣстной высотѣ, звѣзда была бѣлаго цвѣта и сверкала какъ граненый алмазъ на солнцѣ. Это явленіе вообще характеризуетъ мерцаніе блестящихъ звѣздъ и, въ этомъ отношеніи, новая звѣзда въ Змѣеносцѣ ни чѣмъ не отличалась отъ обыкновенныхъ періодическихъ звѣздъ.

Замѣтимъ, однакожъ, что аргументы, помощію которыхъ Араго доказывалъ, что звѣзда 1572 года подвергалась физическимъ переворотамъ, неприложимы къ звѣздѣ 1604 года.

П. (стран. 67).

О млечномъ пути и туманностяхъ.

Млечный путь представляетъ блѣдно-цвѣтную полосу, пересѣкающую все звѣздное небо, проходя послѣдовательно чрезъ созвѣздія — Кассіопеи, Персея, Близнецовъ, Оріона, Единорога, Корабля, Южнаго-Креста, Центавра, Офіуха, Змѣя, Орла, Стрѣлы, Лебедя и Цефея. Онъ описываетъ приблизительно одинъ изъ большихъ круговъ небесной сферы, представляя однакожъ раздвоеніе, раждающее побочную дугу, отдѣленную отъ главной, на разстояніи 120°, и еще другіе меньшія развѣтвленія.

Млечный путь обратилъ на себя вниманіе даже древнѣйшихъ народовъ; но объясненія предложенныя древними философами отличаются странностію и даже нелѣпостію. Только Галилей, при помощи своихъ зрительныхъ трубъ, открылъ, что смутный свѣтъ млечнаго пути зависитъ отъ скопленія безчисленнаго множества мелкихъ звѣздочекъ, изъ которыхъ каждая отдѣльно невидима простому глазу; но всѣ вмѣстѣ производятъ впечатлѣніе блѣднаго смутнаго свѣта который мы видимъ въ млечномъ пути. Это объясненіе было впослѣдствіи принято всѣми астрономами.

Форма млечнаго пути, его непрерывность и близкое совпаденіе съ однимъ изъ большихъ небесныхъ круговъ, замѣчательны не менѣе его блеска и бѣлизны. Такое совпаденіе и непрерывность обратили на себя вниманіе Кеплера, который въ своемъ *Epitome* (1618—1620) говоритъ: «Мѣсто, занимаемое солнцемъ, находится близь звѣзднаго кольца, образующаго млечный путь. Это положеніе указывается тѣмъ обстоятельствомъ, что млечный путь представляетъ приблизительно видъ большаго круга, и что блескъ его чувствительно одинаковъ во всѣхъ его частяхъ».

А, въ то же самое время, Гассенди говорилъ, что причина формы млечнаго пути извѣстна одному только Богу.

Спустя долгое время, идеи Кеплера были развиты Райтомъ, Кантомъ и Ламбертомъ.

Гумбольдтъ, въ третьемъ томѣ своего *Космоса*, слѣдующимъ образомъ описываетъ млечный путь:

Млечный путь проходитъ между γ и ε Кассіопеи, по-

сылая на югъ, къ ε Персея, вѣтвь, которая теряется близь Плеядъ и Гіадъ; онъ проходитъ, еще слабый и малоблестящій, чрезъ Козлятъ, находящихся въ рукѣ Возничаго, чрезъ ноги Близнецовъ, рога Тельца, пересѣкаетъ эклиптику у точки лѣтняго солнцестоянія, покрываетъ палицу Оріона и переходитъ чрезъ экваторъ около шеи Единорога. Начиная отсюда, блескъ его значительно увеличивается. Сзади Корабля онъ пускаетъ отрогъ къ югу до γ Арго, гдѣ этотъ отрогъ внезапно исчезаетъ. Главная вѣтвь продолжается до 33° южнаго склоненія; тутъ она расширяется въ видѣ вѣера на 20° ширины, потомъ опять прерывается и оставляетъ обширное пустое пространство по линіи соединяющей γ и λ Корабля. За тѣмъ онъ, не пріобрѣтая прежней ширины, идетъ съуживаясь, къ заднимъ ногамъ Кентавра. Въ Южномъ-Крестѣ млечный путь достигаетъ наименьшей ширины отъ 3° до 4°. Немного далѣе онъ снова расширяется и превращается въ болѣе блестящую полосу, заключающую въ себѣ β Кентавра, α и β Креста, а также и темное грушевидное пространство, извѣстное подъ названіемъ *Угольнаго-Мѣшка*. Въ этомъ замѣчательномъ мѣстѣ, немного ниже Угольнаго-Мѣшка, млечный путь всего ближе подходитъ къ южному полюсу.

«Полоса млечнаго пути раздвояется близь α Кентавра и это раздвоеніе продолжается до созвѣздія Лебедя. Сперва, отъ α Кентавра, узкая вѣтвь направляется къ сѣверу и теряется близъ Волка. Потомъ, другая вѣтвь является въ Циркулѣ, близъ γ Линейки. Сѣверная вѣтвь представляетъ неправильныя формы до ногъ Офіуха и тамъ совершенно исчезаетъ. Южная вѣтвь становится тогда главною, проходитъ чрезъ Жертвенникъ и хвостъ Скорпіона, направляясь къ луку Стрѣльца и пересѣкаетъ эклиптику подъ 276° долготы. Она показывается далѣе проходящею чрезъ

Орла, Стрѣлу и Лисицу до Лебедя, но подъ неправильною, со многими перерывами, формою. Въ этомъ мѣстѣ начинается совершенно неправильная часть млечнаго пути. Здѣсь, между ε, γ и α Лебедя, находится широкое темное мѣсто, которое сэръ Джонъ Гершель сравниваетъ съ Угольнымъ Мѣшкомъ созвѣздія Южнаго-Креста, и образующее родъ центра, отъ котораго исходятъ три частные отрога. За самымъ блестящимъ изъ нихъ легко слѣдить за β Лебедя къ Орлу; но онъ не соединяется съ вышепомянутою вѣтвію, простирающеюся до ногъ Офіуха. Другая часть млечнаго пути простирается сверхъ того, начиная отъ головы Цефея, то есть, близь Кассіопеи, исходящей точки всего этого описанія, и направляется къ Малой Медвѣдицѣ, или къ сѣверному полюсу.»

Ширина млечнаго пути очень неравная: въ иныхъ мѣстахъ не болѣе 3°; а въ другихъ 10° и даже 16°. Между Офіухомъ и Антиноемъ, обѣ вѣтви млечнаго пути занимаютъ болѣе 22° на небесной сферѣ.

Общій видъ млечнаго пути, его форма и его звѣздный составъ, выведенный изъ телескопическихъ наблюденій, объясняются весьма просто, если предположимъ вмѣстѣ съ Гершелемъ, что милліоны звѣздъ, почти одинаково отстоящихъ одна отъ другой, составляютъ слой (stratum), заключающійся между двумя почти плоскими поверхностями, параллельными и относительно близкими между собою, но продолженными на необъятныя разстоянія, и что этотъ слой, имѣющій видъ приплюснутаго цилиндра, весьма тонокъ сравнительно съ неизмѣримыми разстояніями, на которыя простираются во всѣ стороны обѣ плоскія поверхности его содержащія. Наше солнце есть одна изъ звѣздъ этого слоя и вся его система вмѣстѣ съ землею находится недалеко отъ центра этой звѣздной группы, взятаго какъ относительно толщины, такъ и другихъ измѣреній.

Допустивъ однажды эти предположенія, легко понять, что лучь зрѣнія, идущій по направленію необъятныхъ размѣровъ слоя, встрѣтитъ повсюду множество звѣздъ, или по-крайней мѣрѣ, пройдетъ такъ близко въ ихъ сосѣдствѣ, что звѣзды покажутся какъ бы касающимися между собою; напротивъ того, по направленію въ толщину, число видимыхъ звѣздъ будетъ сравнительно менѣе, и именно въ отношеніи полу-толщины къ другимъ измѣреніямъ слоя. При переходѣ отъ линій зрѣнія, совпадающихъ съ большими измѣреніями, къ направленіямъ поперечнымъ, представится въ упомянутомъ отношеніи быстрое измѣненіе. Наибольшія измѣренія слоя обозначатся на небесномъ сводѣ видимымъ сгущеніемъ звѣздъ, наибольшимъ обнаруженіемъ ихъ свѣта и какъ бы млечнымъ видомъ. Наконецъ, этотъ *максимумъ* свѣта явится въ видѣ большаго круга небесной сферы, потому что землю можно принять за центръ этой сферы, и слой за одну изъ ея поперечныхъ плоскостей; а всякая поперечная плоскость сферы, всякая плоскость проходящая чрезъ ея центръ, необходимо раздѣляетъ ее на двѣ равныя части, или, что все равно, пересѣкаетъ ее по одному изъ большихъ круговъ. Побочная дуга, отдѣляющаяся отъ главной дуги млечнаго пути, близъ созвѣздія Лебедя, и вновь соединяющаяся съ нею близъ α Кентавра, обнаруживаетъ существованіе слоя звѣздъ, образующаго съ главнымъ слоемъ небольшой уголъ, встрѣчаясь съ нимъ близъ мѣста занимаемаго землею и не простираясь далѣе.

Однимъ словомъ, если мы видимъ по однимъ направленіямъ гораздо болѣе звѣздъ чѣмъ по другимъ; если страны, гдѣ звѣзды сильно сгущены, составляютъ одинъ изъ большихъ круговъ сферы; если главная дуга раздвояется на протяженіи 120°, то все это происходитъ отъ того, что мы погружены въ чрезвычайно обширную и сравнительно весьма не толстую группу, близъ средины которой находимся; а другая группа той же самой формы встрѣчается съ первою близъ странъ заключающихъ солнце и нашу землю.

Предположимъ теперь, что звѣзды одинаково или однообразно распредѣлены по всѣмъ частямъ млечнаго пути; предположимъ еще, что употребляемый нами телескопъ достигаетъ до крайнихъ предѣловъ группы: тогда линейныя измѣренія этой группы легко выведутся изъ гершелевыхъ звѣздныхъ измѣреній или съемокъ. Великій британскій астрономъ, не выходя изъ предѣловъ прямыхъ наблюденій, нашелъ, что млечный путь во сто разъ обширнѣе по одному направленію, чѣмъ по другому перпендикулярному; и притомъ онъ успѣлъ дать разрѣзъ и даже фигуру по тремъ измѣреніямъ обширной туманности, въ которой наше солнце представляетъ только незначительную звѣзду, а наша земля самую незамѣтную пылинку. Но гершелево исчисленіе основано на предположеніи, что телескопъ его достигалъ крайнихъ звѣздъ заключающихся въ туманности; а это предположеніе оказалось несправедливымъ, какъ скоро онъ замѣнилъ свой 20 футовый телескопъ 40 футовымъ. По этому, размѣры нашего млечнаго пути, выведенные Гершелемъ, должно принимать не иначе какъ за приближенія. Во всякомъ случаѣ, продольный размѣръ млечнаго пути таковъ, что свѣтъ проходитъ его ни какъ не менѣе какъ въ 3000 лѣтъ.

Весьма любопытенъ вопросъ — вѣчно ли останется млечный путь въ настоящемъ своемъ видѣ, или долженъ современемъ разъединиться?

Почти вездѣ, гдѣ сближенныя между собою звѣзды представляются намъ внѣ видимыхъ предѣловъ млечнаго пути, мы замѣчаемъ стремленіе ихъ группироваться вокругъ нѣсколькихъ центровъ: вездѣ онѣ, по видимому, по-

винуются вліянію притягательной силы, подобно различнымъ тѣламъ нашей солнечной системы, и эта притягательная сила уже успѣла произвести, въ извѣстныхъ округленныхъ группахъ, весьма значительныя сосредоточенія. Нѣтъ никакой причины полагать, что звѣзды, составляющія нашу огромную туманность, не повинуются, подобно прочимъ, такого рода дѣйствію. Если было нѣкогда время, въ которое онѣ были разсѣяны равномѣрно, то этотъ порядокъ вещей долженъ былъ измѣниться и продолжаетъ измѣняться все болѣе-и-болѣе.

Факты подтверждаютъ эти умозаключенія. Звѣзды не равномѣрно распредѣлены во всемъ протяженіи млечнаго пути, но представили Гершелю, вооруженному могущественными телескопами, 157 отдѣльныхъ группъ, занесенныхъ въ его каталогъ туманностей, не считая 18 подобныхъ же группъ, находящихся на предѣлахъ или окраинахъ млечнаго пути.

Слѣдя въ темную и весьма ясную ночь глазомъ за частію млечнаго пути, находящеюся между Стрѣльцомъ и Персеемъ, легко замѣтить эти 18 мѣстъ, совершенно охарактеризованныхъ особеннымъ блескомъ ихъ свѣта. Мы укажемъ здѣсь на нѣкоторыя изъ нихъ:

а) Весьма блестящее пятно подъ стрѣлою Стрѣльца;

б) Такое же блестящее въ щитѣ Собіесскаго;

в) Блестящее пятно къ сѣверу и нѣсколько къ западу отъ трехъ звѣздъ Орла;

г) Слабое длинное пятно въ плечѣ Офіуха;

д) Три блестящихъ пятна близъ звѣздъ α, β и γ Лебедя;

е) Три пятна въ Кассіопеѣ и близъ этого созвѣздія;

ж) Весьма блестящее пятно въ рукояти меча Персея.

Между α и γ Кассіопеи существуетъ весьма темное мѣсто.

Ни одно мѣсто млечнаго пути, разрѣшаемое телескопомъ, не представило Гершелю столь очевидныхъ и столь обширныхъ движеній сосредоточенія звѣздъ, какъ пространство раздѣляющее β и γ Лебедя. Измѣряя это мѣсто по методѣ своихъ звѣздныхъ съемокъ, Гершель нашелъ, что тамъ, на протяженіи около 5°, можно насчитать 331 тысячу звѣздъ. Эта громадная группа представляетъ уже родъ раздѣленія; кажется, что 165 тысячь звѣздъ стремятся въ одну, а другія 166 тысячь въ другую сторону.

Такимъ образомъ все оправдываетъ воззрѣнія великаго астронома. Въ теченіи вѣковъ, сосредоточивающая сила (clustering power) неизбѣжно произведетъ раздробленіе или разъединеніе млечнаго пути.

Всѣ соображенія приводятъ насъ къ заключенію, что млечный путь есть одна изъ *туманностей* или *туманныхъ пятенъ*, которыхъ многія тысячи открываются на звѣздномъ небѣ глазу наблюдателя вооруженнаго сильнымъ телескопомъ. Извѣстно, что этимъ именемъ называются бѣловатыя, похожія на туманъ пятна звѣзднаго неба, сохраняющія свою относительную неподвижность, подобно звѣздамъ. Эти пятна бываютъ двухъ совершенно различныхъ между собою видовъ: *одни*, помощію сильныхъ инструментовъ разрѣшаются на отдѣльныя звѣзды; *другія* представляются скопленіемъ туманнаго міроваго вещества, разсѣяннаго въ пространствѣ.

Звѣзды распредѣлены по небесному своду весьма неравномѣрно. Въ иныхъ мѣстахъ небо усѣяно ими; въ другомъ, обширныя пространства вовсе не представляютъ звѣздъ. Этотъ недостатокъ равномѣрности богатства звѣздъ въ различныхъ частяхъ неба, подвергся основательному изученію только въ новѣйшее время и привелъ, относительно устройства вселенной, къ блестящимъ выводамъ.

Значительное число туманностей, которыя, при разсма-

триваніи несильными трубами, кажутся свѣтлыми облаками, но которыя, помощію 10, 20 и 40 футовыхъ телескоповъ Гершеля, разрѣшились на отдѣльныя звѣзды, привело этого великаго астронома къ слишкомъ смѣлымъ обобщеніямъ. Въ теченіи нѣсколькихъ лѣтъ онъ утверждалъ, что всѣ туманности суть не что иное какъ звѣздныя кучи и что между самыми разновидными туманностями нѣтъ другихъ различій, какъ большаго или меньшаго удаленія отъ земли и большаго или меньшаго сгущенія звѣздъ ихъ составляющихъ. Этимъ онъ противорѣчилъ Лакайлю, который утверждалъ невозможность положительно сказать, что бѣловатый свѣтъ Магеллановыхъ облаковъ и нѣкоторыхъ бѣловатыхъ мѣстъ млечнаго пути происходитъ отъ скопленія мелкихъ звѣздъ.

Подробныя, весьма деликатныя и вполнѣ добросовѣстныя наблюденія Гершеля, заставили его, наконецъ, измѣнить свои первоначальныя заключенія. Въ запискѣ 1771 года, онъ уже говоритъ: «Есть туманности (бѣловатости) не звѣзднаго свойства». Однажды, придя къ убѣжденію, что въ небесныхъ пространствахъ существуютъ многочисленныя скопленія разлитой свѣтящейся матеріи, Гершель открылъ предъ собою поле почти совершенно непочатыхъ изслѣдованій, поле, которое онъ разработалъ во всѣхъ его частяхъ съ неутомимымъ рвеніемъ.

Туманности, разрѣшимыя помощію телескоповъ на звѣзды (а потому несправедливо носящіе званіе туманностей), представляютъ чрезвычайное разнообразіе формъ. Нѣкоторыя изъ нихъ весьма длинныя и узкія, могутъ быть приняты за простыя свѣтлыя линіи, иногда прямыя, иногда змѣистыя. Есть разрѣшимыя туманности въ видѣ открытаго вѣера, или кисти свѣта, истекающей изъ сильно наэлектризованной точки. Въ нѣкоторыхъ,

очерки лишены всякой правильности; другія кажутся головою кометы съ ея ядромъ.

Всего чаще являются разрѣшимыя туманности въ кругломъ видѣ. Круглыя туманности были предметомъ спеціальныхъ изслѣдованій Гершеля. Онъ вывелъ изъ своихъ наблюденій важные результаты, о которыхъ мы постараемся дать точное понятіе.

Круглая форма есть только кажущаяся; истинная же форма шарообразная, сферическая. Это сдѣлается очевиднымъ изъ слѣдующаго наблюденія.

Вообще звѣзды, изъ которыхъ состоятъ эти туманности, кажутся почти одинаковой величины (*): онѣ распредѣлены вокругъ центра фигуры съ совершенною правильностію, такъ что въ одинаковыхъ разстояніяхъ отъ центра, по всѣмъ направленіямъ, блескъ совершенно одинаковъ.

Постепенное усиленіе блеска отъ краевъ къ срединѣ, представляемое каждою круглою туманностію, можетъ быть также разсматриваемо, какъ очевидное доказательство шарообразности звѣздной группы. Подобныя соображенія не трудно было бы перенести еще далѣе.

Невозможно, съ подробностію и точностію, пересчитать всѣ звѣзды составляющія извѣстныя шаровидныя туманности; но можно достигнуть до опредѣленія предѣльныхъ чиселъ. Оцѣнивая угловое разстояніе между звѣздами находящимися близь краевъ, т. е. тамъ, гдѣ онѣ не представляются лежащими одна на другой, и сравнивая эту

(*) Джэмсъ Дунлопъ, во время пребыванія своего въ Параматтѣ, въ Новой Голландіи, замѣтилъ подъ 11 ч. 29 м. 30 с. прямаго восхожденія и 29°16′ разстоянія отъ южнаго полюса, разрѣшимое туманное пятно, въ 10′ поперечникомъ, въ которомъ три красныхъ звѣзды и одна желтая блистали своимъ цвѣтнымъ свѣтомъ среди множества бѣлыхъ звѣздъ. Подъ 18 ч. 49 м. 5 с. прямаго восхожденія и 53°10′ разстоянія отъ южнаго полюса, Дунлопъ нашелъ туманное пятно въ 3½ минуты діаметромъ, состоящее изъ однѣхъ голубоватыхъ звѣздъ.

оцѣнку съ діаметромъ всей группы, нашли, что туманность имѣющая около 10-ти минутъ въ поперечникѣ и кажущаяся дискомъ вдесятеро меньшимъ луннаго, содержитъ въ себѣ по-крайней-мѣрѣ 20,000 звѣздъ.

Динамическія условія, необходимыя для неопредѣленнаго сохраненія равновѣсія такого *муравейника звѣздъ*, трудно вообразимы. Если допустить, что система находится въ покоѣ, то съ теченіемъ времени, звѣзды упадутъ одна на другую. Если же онѣ обращаются вокругъ одной оси, то столкновенія сдѣлаются неизбѣжными. Впрочемъ, еще не доказано *à priori*, что шарообразныя системы звѣздъ должны сохраняться неопредѣленное время въ томъ видѣ, какъ онѣ теперь намъ являются.

Существуютъ также туманности въ видѣ колецъ и спиралей. Напримѣръ № 57 стараго каталога Connaissance des Temps, представляетъ эллиптическое кольцо, состоящее изъ звѣздъ; средина же кольца представляетъ темное или слабоосвѣщенное отверстіе занимающее около половины діаметра туманности. Оно находится между звѣздами β и γ Лиры. Не менѣе замѣчательная туманность находится на лѣвомъ ухѣ Астеріона или Сѣвернаго Ловчаго Пса, очень близко отъ η Большой Медвѣдицы. Въ 18-ти дюймовый телескопъ сэра Джона Гершеля она представляется въ видѣ большаго блестящаго круга, окруженнаго, на значительномъ разстояніи, кольцомъ, въ которомъ замѣчаются неравенства блеска. Большой телескопъ лорда Росса, имѣющій 6 футовъ въ отверстіи, представляетъ ту же туманность въ видѣ блестящей спирали съ неравными изгибами, которой обѣ оконечности, т. е. центръ и передняя часть, оканчиваются, по выраженію Гумбольдта, толстыми закругленными зернистыми узлами.

99-я туманность по каталогу Месье также является, въ Россовомъ телескопѣ, спиралью съ однимъ узломъ

въ центрѣ. Въ числѣ туманностей съ отверстіями должно поставить и большое туманное пятно, среди котораго блещетъ η Корабля. По сэру Джону, она занимаетъ на небѣ пространство въ $^4/_7$ квадратнаго градуса и раздѣляется на нѣсколько неправильныхъ массъ, издающихъ не равномѣрный свѣтъ. Въ ней различается также пустое пространство, почти овальной формы, освѣщенное весьма слабымъ свѣтомъ.

Относительно распредѣленія туманностей въ пространствѣ, замѣчено, что онѣ составляютъ вообще слои. Одинъ изъ этихъ слоевъ очень широкъ и направленъ почти перпендикулярно къ млечному пути, проходя чрезъ Большую Медвѣдицу, Кассіопею, Волоса Вереники и Дѣву. Среди одного изъ слоевъ о которыхъ идетъ рѣчь, Уйльямъ Гершель, въ теченіи короткаго промежутка въ 36 минутъ, видѣлъ проходящими чрезъ поле своего телескопа не менѣе 31 туманности, совершенно ясно видимыя.

По сэру Джону Гершелю, сѣверное полушаріе содержитъ 1,111 туманностей, распредѣленныхъ по 6-ти часамъ прямаго восхожденія слѣдующимъ образомъ:

Отъ	9 ч.	до	10 ч.	90
»	10 »	»	11 »..........	150
»	11 »	»	12 »..........	251
»	12 »	»	13 »..........	309
»	13 »	»	14 »..........	181
»	14 »	»	15 »..........	130

Пространства вокругъ простыхъ туманностей и особливо вокругъ туманностей расположенныхъ группами, вообще содержатъ мало звѣздъ, и можно сказать что мѣста неба самыя бѣдныя звѣздами находятся вблизи самыхъ богатыхъ туманностей.

Въ тѣлѣ Скорпіона есть пространство шириною въ че-

тыре градуса, въ которомъ вовсе не видно звѣздъ. На западномъ краѣ этого обширнаго темнаго отверстія находится туманность (№ 80 каталога Connaissance des Temps), которую Уильямъ Гершель считаетъ за одно изъ самыхъ богатыхъ и самыхъ густыхъ скопленій звѣздъ на цѣломъ небѣ.

То же самое явленіе повторяется близь четвертой туманной группы Connaissance des Temps. Эта группа тоже находится на западномъ краю пространства не содержащаго въ себѣ звѣздъ.

Сближая эти факты сильнаго сгущенія звѣздъ къ средоточіямъ сферическихъ туманностей, съ фактами доказывающими что эти свѣтила повинуются извѣстной силѣ сгущенія, должно допустить, вмѣстѣ съ Уильямомъ Гершелемъ, что иныя туманности образовывались, непрерывнымъ дѣйствіемъ большаго числа вѣковъ, на счетъ звѣздъ первоначально разсѣянныхъ по окружающимъ пространствамъ. Тогда существованіе пространствъ пустыхъ или, по живописному выраженію великаго астронома, *опустошенныхъ*, сдѣлается понятнымъ нашему воображенію.

Отъ туманностей разрѣшающихся на звѣзды, перейдемъ къ такимъ, которыя донынѣ еще не поддались подобному разрѣшенію. Это громадныя массы самосвѣтящейся міровой матеріи, разлитой въ нѣкоторыхъ мѣстахъ пространства. Въ каталогѣ Гершеля (1811 г.) насчитаны 52 туманности еще не разрѣшенныя на звѣзды. Кажется, поверхностное протяженіе одной изъ нихъ превосходитъ поверхность девяти круговъ, изъ коихъ каждый имѣетъ по одному градусу въ поперечникѣ. Поверхностное же протяженіе всѣхъ вообще, вмѣстѣ взятыхъ, занимаетъ 152 такихъ круга или около одной 270-ой части всего небеснаго свода.

Едва ли можно указать предѣлы формъ туманностей

весьма большихъ размѣровъ. Онѣ имѣютъ прямолинейные, криволинейные и смѣшаннолинейные очерки. Нѣкоторыя пятна ограничиваются рѣзко съ одной стороны, а съ другой сливаются съ небомъ нечувствительною постепенностію. Иныя изъ нихъ пускаютъ въ стороны длинныя вѣтви или отроги; въ срединѣ другихъ существуютъ большія темныя пространства. Всѣ фантастическія фигуры облаковъ, гонимыхъ сильными вѣтрами, встрѣчаются въ мірѣ разлитыхъ туманностей.

Круглыя, изъ разлитыхъ туманностей, имѣютъ сравнительно меньшіе размѣры. Иногда (и это обстоятельство кажется весьма достойнымъ замѣчанія) мы видимъ между двумя круглыми хорошо очерченными и совершенно отдѣльными туманностями, очень тонкую туманную полосу, соединяющую ихъ окружности: это какъ будто очевидное свидѣтельство ихъ общаго происхожденія.

Не смотря на то что нѣтъ рѣзкихъ отличій между свѣтомъ туманностей разрѣшимыхъ и не разрѣшимыхъ, послѣднія имѣютъ особенный невыразимый видъ, поразившій уже первыхъ наблюдателей владѣвшихъ хорошими зрительными трубами.

О туманныхъ пятнахъ въ Оріонѣ и Андромедѣ Галлей говоритъ, что они суть не что иное какъ свѣтъ приходящій изъ неизмѣримаго пространства эѳирныхъ странъ, наполненнаго разлитою самосвѣтящеюся срединою.

Дерхэмъ (Derham) также не признаетъ въ туманностяхъ скопленія звѣздъ. Онъ даже спрашиваетъ, не существуетъ ли, за сферою отдаленнѣйшихъ звѣздъ, совершенно свѣтлаго пространства, эмпирейнаго неба, и не составляютъ ли туманности частей этого неба, видимыхъ сквозь отверстіе или проломъ (chasm) въ сферѣ (вѣроятно кристаллической) перваго неба?

Вольтеръ, насмѣхаясь надъ этимъ мнѣніемъ, говоритъ въ одномъ изъ своихъ остроумныхъ романовъ:

«Микромегасъ въ короткое время пролетѣлъ млечный путь, и я долженъ признаться, что онъ вовсе не видалъ сквозь звѣзды его усѣевающія эмпирейнаго неба, которое докторъ Дерхэмъ видѣлъ на концѣ своей трубы. Я нисколько не хочу утверждать, что Дерхэмъ глядѣлъ плохо. Но Микромегасъ былъ на мѣстѣ: онъ хорошій наблюдатель, и я не хочу спорить ни съ кѣмъ».

Нельзя придумать насмѣшки вѣжливѣе этой критики.

Удивительно только, какъ Вольтеръ, который зналъ все, не вспомнилъ, что эмпирейное небо изобрѣтено отнюдь не авторомъ «Астрономическаго Богословія». Анаксагоръ утверждалъ, что эѳирныя страны наполнены огнемъ. Сенека говоритъ, что въ небѣ иногда образуются отверстія, сквозь которыя видно пламя крайнихъ предѣловъ пространства. Описывая туманное пятно Оріона, Гюйгенсъ выражается слѣдующимъ образомъ: «Кажется небесный сводъ разверзся въ этомъ мѣстѣ и чрезъ это отверстіе видны предѣлы болѣе свѣтлые».

Если эти авторитеты, по ихъ древности, не довольно очевидно доказываютъ, что въ свѣтѣ настоящихъ туманныхъ пятенъ есть что-то характерное, то мы приведемъ здѣсь недавнія слова сэра Джона Гершеля:

«Во всѣхъ разрѣшимыхъ туманностяхъ, наблюдатель замѣчаетъ (при всякомъ увеличеніи) звѣздные проблески, или по-крайней-мѣрѣ, ему кажется, что они бы явились, еслибы зрѣніе было яснѣе. Оріоновъ туманъ производитъ совершенно другое впечатлѣніе и не раждаетъ никакой идеи о звѣздахъ».

Свѣтъ большихъ млечныхъ пятенъ, составляющихъ истинныя туманности, вообще весьма слабъ и однообразенъ; только кое-гдѣ замѣчаются нѣкоторыя пространства, блестящія сильнѣе остальныхъ.

Чему должно приписать это увеличеніе блеска въ особенныхъ точкахъ? Зависитъ ли оно отъ бо́льшаго сосредоточенія, или отъ бо́льшей глубины туманной матеріи? Рѣшеніе этихъ вопросовъ имѣетъ свою важность. Вотъ что говоритъ Араго̀.

Въ большихъ туманностяхъ, пространства блещущія ярче прочихъ, обыкновенно бываютъ мало обширны. Поэтому, если приписывать явленіе бо́льшей глубинѣ туманной матеріи, то должно допустить, что каждой изъ упомянутыхъ точекъ соотвѣтствуетъ родъ столба той матеріи, столба прямолинейнаго, весьма тонкаго и направленнаго прямо къ землѣ. Эта особенность направленія можетъ казаться возможною въ какихъ-либо отдѣльныхъ случаяхъ, но отнюдь не для всѣхъ такихъ лучезарныхъ точекъ видимыхъ на небесномъ сводѣ, и даже не для двухъ, трехъ или четырехъ такихъ мѣстъ, замѣчаемыхъ въ одной туманности. Поэтому необходимо допустить, что въ извѣстныхъ пунктахъ обширныхъ туманныхъ пространствъ, совершается сгущеніе или увеличеніе плотности матеріи.

Это сгущеніе или сосредоточеніе происходитъ ли отъ притягательной силы, подобной силѣ управляющей всѣми движеніями солнечной системы? Такова великолѣпная задача, которую нужно рѣшить.

Въ будущности, достаточно будетъ одного взгляда на туманности той эпохи и на ихъ изображенія, удивительныя по вѣрности и исполненію, изготовленныя современными намъ астрономами, для рѣшенія — измѣняетъ ли время чувствительнымъ образомъ формы и размѣры этихъ таинственныхъ группъ? Но древность не оставила намъ, въ этомъ отношеніи, никакихъ данныхъ для сравненія, и мы должны взяться за эту задачу прямымъ образомъ.

Явленія, которыя должны произойти отъ существованія различныхъ центровъ притяженія, разбросанныхъ по всему пространству одной обширной туманности, разовьются въ слѣдующемъ порядкѣ:

Мѣстами исчезнетъ фосфорическій блескъ и произойдутъ разрывы въ первоначальной свѣтлой завѣсѣ: необходимыя слѣдствія движенія матеріи къ притягивающимъ центрамъ.

Разрывы будутъ увеличиваться и произойдетъ превращеніе одной большой туманности въ нѣсколько отдѣльныхъ малыхъ, близкихъ одна отъ другой и иногда соединенныхъ между собою тонкими полосами туманнаго вещества.

Отдѣльныя туманности округлятъ свои внѣшніе края и усилятся въ блескѣ отъ краевъ къ центру.

Въ центрѣ образуется ядро, весьма замѣтное по размѣрамъ и блеску.

Каждое ядро будетъ переходить въ звѣздное состояніе, сохраняя легкую окружающую оболочку.

Наконецъ и эта оболочка сосредоточится какъ-бы падая къ центру, гдѣ окончательно образуется звѣзда, и такихъ звѣздъ будетъ столько, сколько существовало въ первоначальной туманности отдѣльныхъ центровъ притяженія.

Мы рѣшительно ничего не знаемъ, сколько времени потребно для такого генетическаго превращенія туманностей въ звѣзды. Въ иныхъ случаяхъ, можетъ-быть, потребны милліоны лѣтъ; въ другихъ, при другихъ условіяхъ пространства, плотности и физическаго устройства свѣтящейся матеріи, достаточно будетъ гораздо кратчайшихъ періодовъ времени (какъ о томъ, повидимому, свидѣтельствуетъ внезапное появленіе звѣзды 1572 года).

Такое неравенство скорости превращеній ведетъ къ важному заключенію. Изъ вышеприведенныхъ основаній очевидно, что туманности, хотя и одинаковой древности, должны, въ ихъ совокупности, представлять всѣ различныя исчисленныя формы. Въ иномъ мѣстѣ, вѣка едва успѣли произвести чуть-чуть замѣтное скопленіе свѣтящейся матеріи около нѣсколькихъ центровъ притяженія; въ другомъ мѣстѣ, гдѣ движеніе сосредоточиванія совершается быстрѣе, мы найдемъ группы туманностей съ ядрами посрединѣ. Наконецъ, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, увидимъ туманныя звѣзды, какъ послѣднюю ступень развитія скопленія туманнаго вещества, ведущую къ собственно такъ-называемымъ звѣздамъ.

Наблюденіе дѣйствительно еще заранѣе показало намъ всѣ эти переходныя состоянія туманнаго вещества, указанныя теоріею. Только на небѣ мы не слѣдимъ, шагъ за шагомъ, за превращеніями одной отдѣльной туманности, а видимъ ихъ ходъ и постепенные успѣхи въ совокупности наблюденій, какъ натуралистъ, обязанный описать ростъ, формы и другіе внѣшніе признаки деревьевъ, въ различныя эпохи ихъ возраста, деревьевъ находящихся въ проходимомъ имъ лѣсу, ясно видитъ одновременно всѣ переходы возраста, начиная съ самыхъ молодыхъ до совершенно развитыхъ деревъ той же самой породы, и одновременно можетъ изучить всѣ переходы и постепенность возрастанія.

Приличное группированіе различныхъ формъ представляемыхъ разлитыми туманностями доводитъ насъ до важнѣйшихъ космогоническихъ выводовъ. Естественное совокупленіе наблюденій съ соображеніями показываетъ, съ большою вѣроятностію, что постоянное сгущеніе свѣтящейся матеріи приводитъ окончательно къ образованію звѣздъ, которое совершается на нашихъ глазахъ.

Эта смѣлая идея отнюдь не новость. Напримѣръ, Ти-

хонъ Браге полагалъ, что новая звѣзда 1572 года была результатомъ недавняго скопленія части разлитой по пространству материи, которую онъ называлъ небесною. По его мнѣнію, эта небесная матерія существуетъ въ млечномъ пути обильнѣе чѣмъ гдѣ-либо въ другомъ мѣстѣ неба, почему и не слѣдовало удивляться что новая звѣзда явилась именно посреди этой свѣтлой полосы. Тихонъ видѣлъ даже темное пространство, величиною съ половину диска луны, въ томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ явилась звѣзда. Онъ не запомнитъ, чтобы видѣлъ его прежде.

Кеплеръ, въ свою очередь, составилъ новую звѣзду 1604 года изъ скопленія ѳеирной матеріи. Эта матерія, въ менѣе сгущенномъ состояніи, казалась ему физическою причиною солнечной атмосферы, являющейся въ видѣ слабо-свѣтящаго вѣнца, во все продолженіе полныхъ солнечныхъ затмѣній. Новая звѣзда 1572 года образовалась въ млечномъ пути; звѣзда 1604 года была близка къ этому пути. Въ этомъ сближеніи, Кеплеръ видѣлъ основательную причину допустить у обѣихъ звѣздъ одинаковое происхожденіе, присовокупивъ только: «Если млечная матерія раждаетъ непрерывно звѣзды, то почему она понынѣ не истощилась? Какимъ образомъ поясъ ее содержащій не уменьшился со временъ Птолемея?» Но мы не имѣемъ никакихъ средствъ для рѣшенія вопроса — каковъ былъ млечный путь во времена Птолемея?

Противники великихъ идей выше изложенныхъ пріискали гораздо серьёзнѣйшее затрудненіе: основываясь на чрезвычайномъ разрѣженіи разлитой въ пространствѣ матеріи, они утверждали, что вся она, взятая въ совокупности изъ всѣхъ видимыхъ предѣловъ пространства, не можетъ составить звѣзды равняющейся нашему солнцу размѣрами и плотностію. Но вычисленія Гершеля опровергли такія умствованія.

Возьмемъ кубическое скопленіе туманной матеріи, видимое съ земли подъ угломъ 10 минутъ и предположимъ, что оно находится на отдаленіи звѣздъ отъ 8 до 9-й величины. Вычисленіе покажетъ, что толща его будетъ въ 2 трилліона разъ больше солнечной. Другими словами, туманная матерія, содержащаяся во взятомъ для примѣра пятнѣ, будучи сгущена въ 2 трилліона разъ, займетъ объемъ равный объему солнца. Пусть только подумаютъ о сгущеніи выраженномъ числомъ 2 трилліона. Возраженія противъ современнаго намъ образованія звѣздъ, основанныя на разрѣженности разлитаго въ пространствѣ вещества, не могутъ тогда имѣть никакого значенія.

Но можетъ ли слабый разсѣянный свѣтъ туманнаго пятна быть достаточнымъ, для образованія, путемъ сосредоточенія, яркаго, проницательнаго, мерцающаго свѣта звѣзды? Кажется Гершель не разсматривалъ этой стороны задачи, которая можетъ быть пояснена немногими словами.

Скажемъ сперва, что ни чѣмъ не доказана невозможность усиленія или развитія свѣтовой способности частичекъ туманной матеріи при ихъ сгущеніи. Но, оставивъ въ сторонѣ эту возможность усиленія блеска, посмотримъ, можетъ ли слабый свѣтъ, разлитый на всѣхъ точкахъ данной туманности, сравняться, въ совокупности, съ свѣтомъ данной звѣзды?

Мы не имѣемъ средства соединить, приличнымъ образомъ, въ одну точку, свѣта истекающаго изъ всѣхъ точекъ поверхностнаго протяженія большой туманности. Но противоположный этому опытъ весьма не затруднителенъ. Если постепенно удалять окуляръ зрительной трубы отъ мѣста занимаемаго имъ при ясномъ видѣніи, то изображеніе звѣзды будетъ постепенно увеличиваться и терять въ блескѣ. Расширивъ, такимъ образомъ, изо-

браженіе звѣзды до такой степени чтобы оно заняло все поле зрѣнія, его можно довести до блеска млечныхъ туманностей. Вычисленіе покажетъ намъ численныя отношенія свѣта разливаемаго поверхностію млечныхъ туманностей, къ сосредоточенному блеску звѣздъ. Полученные результаты подтверждаютъ идеи Тихона, Кеплера и Гершеля о превращеніяхъ туманностей въ звѣзды.

Теперь скажемъ нѣсколько словъ объ измѣненіяхъ замѣченныхъ въ нѣкоторыхъ туманностяхъ.

Сравнивая свои наблюденія 1780 и 1783 годовъ съ наблюденіями 1811 года, Гершель нашелъ, что форма Оріонова тумана замѣтно измѣнилась. По выраженію Фонтенеля «природа была тутъ поймана на дѣлѣ».

Бульо̀ (въ 1667), Кирхъ (въ 1676) и Лежанти (въ 1759) полагали уже, что туманность Андромеды претерпѣваетъ сильныя измѣненія. Мэранъ говоритъ тоже самое объ Оріоновомъ туманѣ, подкрѣпляясь авторитетами Годѐня и Фушѝ. Но астрономы оставались въ нерѣшимости: они основательно замѣчали что, для сравненія предметовъ столь мало блестящихъ и худо опредѣленныхъ, необходимо, чтобы наблюденія, раздѣленныя рядомъ лѣтъ, были сдѣланы одними и тѣми же инструментами, а условіе это не было выполнено. Только Гершель наблюдалъ въ 1783 и 1811 годахъ одинаковыми телескопами, почему онъ и осмѣлился сказать: «Я доказалъ измѣненія» (Philos. Trans. 1811, p. 324). Но его доказательство показалось такъ мало убѣдительнымъ, что даже сынъ его, сэръ Джонъ, вступилъ въ ряды скептиковъ.

Планетными туманностями называлъ Уильямъ Гершель тѣ, которыя по формѣ своей походятъ на планеты нашей системы. Онѣ круглы, или слегка эллиптичны; нѣкоторыя изъ нихъ имѣютъ ясно очеркнутые предѣлы; другія же кажутся окруженными легкою туманностію; свѣтъ ихъ

одинаково силенъ по всему протяженію диска. Въ числѣ планетныхъ туманностей открытыхъ Гершелемъ, нѣкоторыя имѣютъ 60 секундъ въ діаметрѣ.

Гершель считалъ физическое устройство планетныхъ туманностей весьма проблематическимъ. Его богатое воображеніе не могло придумать для этихъ тѣлъ ничего удовлетворительнаго, или хотя довольно вѣроятнаго. Ихъ нельзя было уподобить шаровиднымъ туманностямъ состоящимъ изъ звѣздъ, не объяснивъ, почему свѣтъ ихъ не представляетъ никакого увеличенія напряженія къ срединѣ? Превращать планетныя туманности въ собственно-звѣзды, значило бы выходить изъ всѣхъ аналогій и созидать звѣзды съ истинными поперечниками въ 13 тысячъ разъ бо̀льшими, чѣмъ поперечникъ солнца; значило бы приписывать этимъ свѣтиламъ тусклый свѣтъ, безпримѣрный въ звѣздномъ сонмѣ.

Послѣ многихъ колебаній, Гершель рѣшился принять планетные туманы за весьма сгустившіяся скопленія міровой матеріи. Такое уподобленіе, должно признаться, требуетъ допущенія мало естественной ипотезы. Чтобы объяснить, почему блескъ туманно-планетныхъ дисковъ одинаковъ въ срединѣ и на краяхъ, должно допустить, что свѣтъ не происходитъ изъ всей глубины туманности (ибо тогда блескъ увеличивался бы вмѣстѣ съ числомъ матеріальныхъ свѣтящихся частичекъ, лежащихъ по направленію каждаго зрительнаго луча); должно допустить, что лучеиспусканіе совершается только на поверхности; другими словами, что міровая или млечная матерія, достигнувъ извѣстной плотности, теряетъ свою прозрачность.

Кажется, что можно избѣгнуть всѣхъ этихъ трудностей, допустивъ, что планетные туманы суть туманныя звѣзды столь отдаленныя отъ земли, что свѣтъ централь-

ной звѣзды не превышаетъ своимъ блескомъ свѣта разлитой вокругъ туманной матеріи.

Прибавимъ еще нѣсколько словъ объ опасности выводить слишкомъ безусловныя слѣдствія изъ движеній міровой матеріи и различныхъ формъ, которыя она можетъ принимать при сгущеніи. Вѣдь утверждали же, что въ Оріоновомъ пятнѣ, млечная матерія не находится въ непосредственномъ прикосновеніи съ звѣздами знаменитой трапеціи, столь извѣстной астрономамъ. Вѣдь говорили же, что эти звѣзды стоятъ уединенно среди туманности и окружены чернымъ пространствомъ. Астрономы не доказали еще, что это явленіе есть простое слѣдствіе контраста, и ни что не доказываетъ, что здѣсь весьма слабый свѣтъ исчезаетъ отъ близости сильнѣйшаго. Чтобы рѣшить сомнѣнія, нужно, помощію прозрачнаго плоскаго съ параллельными сторонами зеркала, помѣщеннаго противъ отверстія зрительной трубы, отбросить свѣтъ какой либо звѣзды на изображеніе туманности и посмотрѣть, будетъ ли такимъ образомъ отраженное изображеніе звѣзды окружено чернымъ пространствомъ? Покуда, все дозволяетъ предположить, что млечныя частицы подвержены въ обширностяхъ пространства силамъ, о которыхъ мы не имѣемъ никакого понятія. Наблюдателямъ слѣдившимъ за чрезвычайными и часто почти мгновенными измѣненіями Галлеевой кометы, навѣрное оговорка эта покажется весьма естественною.

Самая замѣчательная изъ планетныхъ туманностей открыта Мэшаномъ и находится къ югу отъ параллели β Большой Медвѣдицы, имѣя 12′ прямаго восхожденія болѣе этой звѣзды. Ея діаметръ, по Джону Гершелю, равняется 2′40″. Положивъ, что она удалена отъ земли на то же разстояніе какъ и 61 Лебедя, діаметръ ея будетъ всемеро больше діаметра нептуновой орбиты. По словамъ сэра Джона, свѣтъ этого шара совершенно однообразенъ на всемъ его протяженіи, исключая на краяхъ, гдѣ замѣтно легкое его ослабленіе. Такого явленія не представитъ шаръ, происходящій отъ однообразнаго скопленія звѣздъ или свѣтящейся матеріи: очевидно, въ обоихъ послѣднихъ случаяхъ, свѣтъ будетъ увеличиваться отъ краевъ къ центру. Англійскій астрономъ замѣчаетъ, что туманность о которой идетъ рѣчь, есть полый внутри шаръ, или плоскій круглый дискъ, перпендикулярный къ лучу зрѣнія идущему отъ земли.

Наконецъ обратимся къ *туманнымъ звѣздамъ*.

Не должно смѣшивать гершелевыхъ туманныхъ звѣздъ съ туманными звѣздами упоминаемыми въ старинныхъ сочиненіяхъ, напримѣръ въ «Астрономіи» Жака Кассини. Симонъ Марій, Бульо, Гюйгенсъ и ихъ современники видѣли въ бѣловатомъ скопленіи близь ν Андромеды, имѣющемъ въ длину $2\frac{1}{2}$ градуса, а въ ширину болѣе градуса, туманную звѣзду, хотя во всемъ протяженіи этого скопленія не было ничего похожаго на звѣзду. Гершель же называетъ туманными звѣздами, собственно-звѣзды окруженныя туманностію разлитою вокругъ нихъ и съ ними соединенною, какова, напримѣръ, звѣзда 8-й вел. на лѣвой ногѣ Персея.

6-го января 1785 года, Гершель замѣтилъ звѣзду почти въ центрѣ туманности, имѣющей отъ 4 до 5 минутъ въ діаметрѣ и постепенно ослабѣвающей къ краямъ. 17-го января 1787 года, онъ открылъ другую звѣзду 9 вел., также въ центрѣ довольно свѣтлой туманности небольшаго объема. Еще двѣ звѣзды, во всемъ похожія на звѣзду 17 января, были открыты 3 ноября 1787 и 5 марта 1790. Если, принявъ въ соображеніе небольшое число круглыхъ и сжатыхъ туманностей на цѣломъ небѣ, и чрезвычайную рѣдкость этихъ отдѣльныхъ свѣтлыхъ

массъ въ странахъ гдѣ находятся упомянутыя четыре звѣзды, мы будемъ отъискивать вѣроятность того, что простымъ дѣйствіемъ проекціи, четыре звѣзды 8 и 9 вел. занимаютъ въ точности центры четырехъ такихъ малыхъ круглыхъ туманностей, то эта вѣроятность будетъ такъ мала, что никакой благоразумный человѣкъ не станетъ спорить противъ Гершеля; и всякій останется убѣжденнымъ, что дѣйствительно существуютъ блестящія звѣзды, окруженныя неизмѣримыми самосвѣтящими атмосферами. Предположеніе, что эти атмосферы, постепенно сгущаясь, могутъ со временемъ соединиться съ центральными звѣздами и увеличить ихъ блескъ, сдѣлается очень вѣроятнымъ. При этомъ явится воспоминаніе о зодіакальномъ свѣтѣ, огромномъ свѣтломъ поясѣ окружающемъ солнечный экваторъ и простирающемся за орбиту Венеры, воспоминаніе представляющее новое подобіе между нашимъ солнцемъ и нѣкоторыми звѣздами. Туманности, о которыхъ мы сейчасъ говорили, и въ центрѣ которыхъ являются болѣе или менѣе сильныя сгущенія, придающія имъ видъ кометныхъ головъ, представятся нашему воображенію какъ зачатки новыхъ солнцевъ или звѣздъ. Для всякаго астронома сдѣлается почти очевиднымъ, что эти космическія сгущенія представляютъ состояніе свѣтящей матеріи, какъ-бы промежуточное между состояніемъ туманностей одинаково блестящихъ на всемъ ихъ протяженіи и состояніемъ собственно туманныхъ звѣздъ: это будетъ фазисъ перехода каждой группы матеріи изъ періода однообразной разлитости въ состояніе обыкновенной звѣзды. Эти грандіозныя воззрѣнія Гершеля приводятъ къ предположенію, что звѣзды непрестанно вездѣ образуются и что мы присутствуемъ при медленномъ послѣдовательномъ рожденіи новыхъ солнцевъ.

Измѣренія радіусовъ нѣкоторыхъ звѣздныхъ атмосферъ,

сдѣланныя Гершелемъ, приводятъ къ любопытнымъ выводамъ. Допустимъ, напримѣръ, какъ все позволяетъ намъ сдѣлать, что туманная звѣзда открытая 6 января 1785 г. о которой мы говорили выше, не имѣетъ одной секунды годичнаго параллакса; а такъ-какъ радіусъ ея представляется намъ подъ угломъ 150 секундъ, то необходимо крайніе предѣлы млечной матеріи удалены отъ центральной звѣзды по-крайней-мѣрѣ на 150 разъ взятый полупоперечникъ земной орбиты. Еслибъ центръ этой звѣзды совпадалъ съ солнечнымъ, то атмосфера ея простиралась бы за орбиту Урана, на разстояніе 8 разъ большее разстоянія этой планеты отъ солнца.

Можно съ основаніемъ допустить величайшее разнообразіе въ разстояніяхъ отъ земли свѣтилъ, которыми усѣянъ небесный сводъ. Слѣдовательно, весьма вѣроятно, что между туманностями почти равномѣрнаго свѣта, занесенными въ каталогъ, многія превратились бы въ туманныя звѣзды, еслибъ только были поближе къ намъ. Можно даже допустить предположеніе, что сюда могутъ быть отнесены всѣ туманности отличающіяся совершенно правильною формою.

Сверхъ разлитой въ пространствѣ самосвѣтящей матеріи, о которой мы такъ подробно бесѣдовали, наблюденія Уильяма Гершеля указываютъ еще на существованіе другой, также разлитой, но не самосвѣтящей и не совершенно прозрачной матеріи. Впрочемъ, вопросъ объ этой послѣдней еще мало разработанъ новѣйшею наукою.

Р. (стран. 67).

О числѣ и названіяхъ созвѣздій.

Число и названія созвѣздій, на которыя раздѣлялись всѣ звѣзды небеснаго свода, претерпѣвали, въ различныя времена, различныя видоизмѣненія. Древнѣйшія свѣдѣнія о созвѣздіяхъ переданы намъ Птолемеемъ. Онъ считалъ на цѣломъ небѣ 48 созвѣздій: 21 на сѣверѣ, 15 на югѣ и 12 въ средней полосѣ неба, близь экватора, или скорѣе по эклиптикѣ.

Такъ-какъ созвѣздія не плотно прилегали одно къ другому, то на птолемеевомъ небѣ находилось множество звѣздъ непринадлежавшихъ собственно ни одному созвѣздію, и потому называвшихся безвидными (informae). Новѣйшіе астрономы овладѣли этими звѣздами для образованія новыхъ созвѣздій и частію изъ лести или признательности, а частію по необъяснимой прихоти, помѣстили на небо государей, великихъ людей, животныхъ и снаряды всякаго рода.

Двѣнадцать созвѣздій, помѣщенныя на эклиптикѣ и описанныя Птолемеемъ, суть слѣдующія:

Овенъ,
Телецъ,
Близнецы,
Ракъ,
Левъ,
Дѣва или Церера,
Вѣсы, или Клешни Скорпіона,
Скорпіонъ,
Стрѣлецъ, или Хиронъ,
Козерогъ,
Водолей, или Девкаліонъ, или Человѣкъ съ урною,
Рыбы.

Двадцать одно созвѣздіе помѣщены Птолемеемъ на сѣверномъ неба. Это:

Малая Медвѣдица,
Большая Медвѣдица,
Драконъ,
Цефей,
Волопасъ, или Боотесъ,
Сѣверный Вѣнецъ,
Геркулесъ, или Колѣнопреклоненный Мужъ,
Лира, или Падающій Коршунъ,
Лебедь,
Кассіопея, или Сѣдалище,
Персей,
Возничій, или Эрихтоній,
Офіухъ, или Змѣеносецъ,
Змѣй,
Стрѣла съ лукомъ,
Орелъ, или Летящій Коршунъ,
Дельфинъ,
Малый Конь,
Пегасъ,
Андромеда,
Сѣверный Треугольникъ.

На югѣ отъ эклиптики описаны Птолемеемъ 15 созвѣздій:

Китъ,
Оріонъ,
Рѣка Эриданъ, или Оріонова,
Заяцъ,
Большой Песъ,
Малый Песъ,

Корабль Арго,
Самка Гидры,
Чаша, или Урна,
Воронъ,
Алтарь, или Жертвенникъ,
Кентавръ, или Центавръ,
Волкъ, или Копье Кентавра,
Южный Вѣнецъ,
Южная Рыба.

Между новѣйшими астрономами, Тихо Браге первый прибавилъ, около 1603 года, два новыя созвѣздія къ птолемеевымъ:

Волоса Вереники, куда включилъ безвидныя звѣзды близь пасти Льва,
Антиноя, составленнаго изъ звѣздъ находящихся близь Орла.

Одновременно съ Тихономъ, Іоаннъ Байеръ, основываясь на показаніяхъ Америка Веспуція и другихъ мореплавателей, впервые увидѣвшихъ южное небо, прибавилъ къ птолемеевымъ южнымъ созвѣздіямъ двѣнадцать новыхъ:

Павлинъ,
Туканъ,
Журавль,
Фениксъ,
Дорада,
Летучая Рыба,
Самецъ Гидры, или Южный Змѣй,
Хамелеонъ,
Пчела, или Муха,

Райская Птица, или Индійская безногая Птица,
Южный Треугольникъ,
Индіецъ.

Августинъ Ройэ, въ 1679 году, и Гевелій, въ 1690 г., составили новыя звѣздныя группы, между которыми есть общія, также помѣщенныя на плоскошаріи Баргіуса, изданномъ въ 1624 году. Исключивъ вдвойнѣ взятыя, остается 16 новыхъ нынѣ принятыхъ созвѣздій, а именно:

Одиннадцать Гевелія:

Жирафъ, или Камелопардъ,
Единорогъ,
Ловчіе Псы, или Борзыя Собаки, или Астеріонъ и Хара,
Лисица съ Гусемъ,
Ящерица,
Секстанъ,
Малый Левъ,
Рысь,
Щитъ Собіесскаго,
Малый Треугольникъ,
Церберъ, или Вѣтвь.

Пять Августина Ройэ:

Голубь Ноя,
Южный Крестъ,
Малое Облако,
Большое Облако,
Лилія, или Муха.

Галлей отдѣлилъ отъ южной части Корабля Арго группу звѣздъ, которую и представилъ въ видѣ дерева, назвавъ ее Дубомъ Карла II-го.

На картахъ Флэмстида, между другими созвѣздіями, находимъ Гору Меналъ и сердце Карла II-го, котораго главная звѣзда помѣщена на ошейникѣ Хары, одного изъ Ловчихъ Псовъ Гевелія.

Лакайль старался пополнить пробѣлы, оставленные прежними созвѣздіями на южномъ небѣ, и составилъ для этого 14 новыхъ созвѣздій:

Мастерская ваятеля,
Химическая печь,
Часы съ секунднымъ маятникомъ,
Ромбоидальная сѣть,
Рѣзецъ гравера,
Мольбертъ живописца, съ палитрою,
Морской компасъ, или буссоль,
Воздушный насосъ, съ пріемникомъ,
Октанъ,
Циркуль,
Наугольникъ, съ линейкою,
Телескопъ,
Микроскопъ,
Столовая гора.

Въ 1776 году, Лемонье, составилъ, между Кассіопеею и Полярною звѣздою, созвѣздіе Лося или Оленя, и прибавилъ, подъ Скорпіономъ, созвѣздіе Птицы Пустынникъ.

Лаландъ помѣстилъ, на своемъ *небесномъ шарѣ*, подлѣ Лося, созвѣздіе Мессьè, въ честь неутомимаго открывателя кометъ Мессье. Это созвѣздіе называется также *Custos Messium* (хранитель жатвъ).

Въ 1777 году, Почобутъ (Poczobut) помѣстилъ, между Орломъ и Змѣеносцемъ, Тельца Понятовскаго.

Патеръ Хелль (Hell) образовалъ въ Эриданѣ новую группу, которую и назвалъ Георговою Арфою.

Наконецъ, на картахъ Боде, находятся еще слѣдующія созвѣздія:

Фридрихова Честь,
Бранденбургскій Скипетръ,
Гершелевъ Телескопъ,
Воздушный Шаръ,
Стѣнной Квадрантъ,
Лагъ,
Электрическая Машина,
Типографская Мастерская.

Такимъ образомъ число всѣхъ созвѣздій доходитъ до 109. Прибавимъ къ нимъ еще: Голову Медузы близь Персея; Плеяды или Утиное Гнѣздо на спинѣ Тельца и Гіады на лбу Тельца; Поясъ Оріона, называемый иногда Іаковлевымъ Жезломъ, Тремя Царями и Тремя Волхвами; Мечь Оріона; Два Осленка въ Ракѣ, между которыми находится звѣздная куча называемая Яслями (Praesepe); и Козлята, подлѣ Козы, въ созвѣздіи Возничаго.

Эти подраздѣленія доводятъ число созвѣздій до 117.

До насъ недостигло ни одного точнаго рисунка древнихъ созвѣздій; мы знаемъ ихъ формы только по описаніямъ, часто весьма поверхностнымъ. Описаніе словами никакъ не можетъ замѣнить рисунка, почему и существуютъ сомнѣнія относительно формы, положенія и истиннаго мѣста фигуръ составлявшихъ созвѣздія древнихъ греческихъ астрономовъ. Рисовальщики, воспроизводившіе древнія созвѣздія, чаще предавались порывамъ воображенія, чѣмъ слѣдовали описаніямъ астрономовъ. Впрочемъ, на новѣйшихъ картахъ, рѣдко разрисовываютъ фантасти-

ческія фигуры людей, животныхъ и другихъ предметовъ, которыми такъ отличаются старинныя небесныя карты и небесные глобусы.

С. (стран. 75) и Т. (стран. 79).

Объ измѣреніяхъ градусовъ, совершенныхъ съ цѣлію опредѣлить фигуру Земли, и въ особенности о русскомъ градусномъ измѣреніи.

Къ опредѣленію фигуры Земли стремятся собственно четырьмя различными видами работъ, находящимися между собою въ тѣсной связи, именно:

а) геодезическими измѣреніями разстояній на землѣ;

б) астрономическими опредѣленіями высотъ полюса, соотвѣтствующихъ геодезически измѣренному разстоянію на дугѣ меридіана;

в) такими же опредѣленіями долготы различныхъ пунктовъ соотвѣтствующихъ извѣстной дугѣ параллели;

г) опредѣленіями длины секунднаго маятника, обозначающей напряженность тяжести на различныхъ мѣстахъ земной поверхности.

Важнѣйшими изъ этихъ дѣйствій представляются тѣ, которыя имѣютъ цѣлію измѣреніе дугъ меридіановъ и параллелей.

Оставивъ въ сторонѣ древнія попытки такихъ измѣреній, совершенныя Эратосѳеномъ, Поссидоніемъ и Халифомъ Аль-Мамуномъ, попытки мало удовлетворительныя, и подробности которыхъ извѣстны намъ весьма поверхностно, мы обратимся прямо къ измѣреніямъ совершеннымъ въ ближайшія къ нашей эпохѣ столѣтія.

Въ 1525 году, докторъ Фернель измѣрилъ градусъ широты между Парижемъ и Аміеномъ, при чемъ разстояніе на землѣ опредѣлялъ посредствомъ числа поворотовъ экипажнаго колеса (одометръ) и нашелъ это разстояніе равнымъ 57,070 туазамъ.

Въ XVII столѣтіи число градусныхъ измѣреній увеличилось, и эти измѣренія сдѣлались точнѣе, вслѣдствіе усовершенствованія способовъ астрономическихъ и геодезическихъ. Прежде всѣхъ, въ 1615, Снеллій измѣрилъ дугу между Алкмаромъ и Берген-оп-сомъ и такимъ образомъ опредѣлилъ величину градуса широты въ 57,033 туаза. Бло (Bleaus), ученикъ Тихо-де-Браге, измѣрилъ градусъ широты въ Нидерландахъ, при чемъ положеніе конечныхъ пунктовъ опредѣлялъ посредствомъ 12-ти футоваго сектора; онъ получилъ выводъ, который разнствуетъ только 60 фут. отъ позднѣйшаго измѣренія Пикара. Въ 1635 г. Норвудъ измѣрилъ дугу въ $2\frac{1}{2}^{\circ}$ между Лондономъ и Іоркомъ, при чемъ широты опредѣлялъ посредствомъ пятифутоваго сектора, а земное разстояніе посредствомъ цѣпи, и вывелъ, что градусъ равенъ 57,424 туазамъ. Почти въ тоже время произведено измѣреніе Рикчіоли и Гримальди: но оно оказалось негоднымъ.

Наконецъ Пикаръ, съ 1669 по 1670 г., измѣрилъ между Мальвуазеномъ и Аміеномъ дугу меридіана почти въ $1\frac{1}{2}^{\circ}$, при чемъ онъ на угломѣрномъ снарядѣ замѣнилъ діоптры зрительными трубами. Пикаръ опредѣлилъ длину градуса въ 57,060 туазовъ. Это измѣреніе замѣчательно тѣмъ, что на основаніи его Ньютонъ вывелъ законъ всеобщаго тяготѣнія и ипотезу, что земля имѣетъ видъ шара сжатаго при полюсахъ.

Тутъ возникло несогласіе между мнѣніями ученыхъ;

одни утверждали вмѣстѣ съ Ньютономъ, что земля при полюсахъ сжата, другіе говорили противное. Явилось убѣжденіе, что необходимо опредѣлить видъ земли или меридіана посредствомъ измѣренія; и въ началѣ XVIII столѣтія начался рядъ работъ, предпринятыхъ съ этою цѣлію.

Если земля — шаръ, то всѣ градусы широты должны быть равны между собою, и достаточно было бы измѣрить одинъ градусъ, чтобы по немъ вычислить радіусъ земли и ея окружность. Если же земля — не шаръ, а эллипсоидъ, то градусы меридіана подъ различными широтами будутъ не равны между собою. Именно, допуская съ Ньютономъ, что земля при полюсахъ сжата, надобно принять, что градусъ широты близь полюсовъ больше градуса при экваторѣ; другими словами: величина градусовъ меридіана съ широтою увеличивается. Допуская же, что земля — удлинненный при полюсахъ эллипсоидъ, надо принять, что длина градусовъ отъ экватора къ полюсамъ уменьшается. Потому достаточно измѣрить длину двухъ различныхъ дугъ меридіана подъ различными широтами, чтобы по нимъ вычислить элементы, необходимые для опредѣленія величины и вида земли, т. е. діаметръ экватора и ось, допуская при этомъ, что меридіанъ есть правильный эллипсъ, а земля — эллипсоидъ вращенія, и что всѣ меридіаны равны между собою.

Уже Пикаръ предлагалъ продолжить измѣреніе черезъ всю Францію. Работа была начата въ 1680 году Кассини I-мъ и Лайромъ; послѣ большихъ промежутковъ она была продолжаема въ 1700 Кассини II-мъ и Лайромъ; наконецъ пересмотрѣна и исправлена Кассини III-мъ (de Thury) и Лакайлемъ. Эта работа состояла изъ измѣренія двухъ дугъ меридіана: одной отъ Коллиура до Парижа, другой отъ Парижа до Дюнкерка. Къ удивленію, резуль-

татъ этого измѣренія совершенно противорѣчилъ теоріи Ньютона, ибо, оказалось, что величина градуса широты южной дуги больше величины градуса широты сѣверной дуги: стало быть, ось земли больше діаметра экватора.

Упомянемъ кстати о градусномъ измѣреніи, произведенномъ въ 1702 г., по повелѣнію китайскаго императора Камби, патеромъ Томасомъ, близь Пекина, какъ о фактѣ имѣющемъ только историческое значеніе; результаты этой работы совершенно утеряны.

Такъ какъ измѣренія Кассини дали такой неожиданный результатъ, да кромѣ того было много причинъ сомнѣваться въ ихъ точности, то французское правительство положило произвести новое измѣреніе, которое бы окончательно рѣшило вопросъ о видѣ земли. Для этого сочли необходимымъ измѣрить дугу меридіана при экваторѣ и другую какъ можно ближе къ полюсу. Вслѣдствіе этого рѣшенія, Бугèръ и Лакондаминъ съ 1735 по 1746 г. измѣрили дугу въ 3°7′ подъ 1°31′ южн. широты, въ Перу, а Мопертюи и Цельсій, въ 1736 г., опредѣлили дугу почти одного градуса между Торнео и Киттисомъ. Эти измѣренія, несмотря на всѣ возможныя въ то время пособія, хотя и подтвердили истину ньютоновой теоріи, однако не дали той степени вѣрности, которую можно было ожидать тогда и которую теперь можно требовать. Тотчасъ по возвращеніи Бугера и Лакондамина, начались между ними споры, которые имѣли ту хорошую сторону, что черезъ нихъ были открыты всѣ ошибки спорящихъ, и что можно было провѣрить и исправить всю работу. Гораздо позднѣе (1801), измѣренія Мопертюи оказались, какъ доказалъ Сванбергъ, также недостаточными.

Измѣренія Бугера и Лакондамина всегда останутся знаменитыми въ исторіи высшей геодезіи тѣмъ, что желѣз-

ный туазъ, по которому была опредѣлена длина шестовъ, служившихъ для измѣренія основной линіи, еще до-сихъ-поръ извѣстенъ подъ именемъ перуанскаго туаза (toise de Pérou). Этотъ туазъ послужилъ основаніемъ нормальной мѣрѣ, по которой составлены были всѣ прочія, не выключая высоко прославленнаго метра.

За этимъ измѣреніемъ слѣдовало множество другихъ градусныхъ измѣреній въ различныхъ странахъ; но всѣ они неудовлетворительны. Сюда относятся измѣренія Лакайля въ 1750 г., на мысѣ Доброй Надежды; Лемера и Босковича съ 1751 по 1753 г., между Римомъ и Римини; Лисганига 1765 г., между Вѣной и Вараздиномъ; Беккарія, 1768 г., близь Турина и Нуэ — въ Египтѣ. Исключенія изъ этихъ плохихъ измѣреній составляютъ измѣренія, произведенныя Масономъ и Диксономъ, 1764 г., въ Пенсильваніи, и Барроу, 1790 г., въ Остъ-Индіи.

Въ исходѣ XVIII столѣтія, единовременное усовершенствованіе измѣрительныхъ снарядовъ и самыхъ методъ производства работъ показало, что всѣ прежнія измѣренія не имѣютъ той степени точности, какой можно было достигнуть при тогдашнемъ состояніи науки и техники. Въ тоже время, французская революція распространила новую идею о введеніи общей мѣры, которую надлежало взять изъ самой природы.

Въ 1792 году національное собраніе положило предпринять большое измѣреніе для сказанной цѣли, и производство работъ ввѣрено было Мешяну и Деламбру: первый принялъ на себя измѣреніе дуги меридіана отъ Барцелоны до Родеса, послѣдній — отъ Родеса до Дюнкерка. Позднѣе, Біо и Араго продолжили эту дугу на югъ до Форментеры на Балеарскихъ островахъ. Вся работа, оконченная въ 1806 году, обнимала дугу около $12\frac{1}{2}°$ и

извѣстна подъ именемъ большаго французскаго градуснаго измѣренія.

Шведское правительство поручило Сванбергу вновь измѣрить уже найденную Мопертюи дугу въ Лапландіи. Сванбергъ, съ 1801 по 1803, продолжилъ ее на сѣверъ до Патавары подъ 67°9′ широты, такъ что вся дуга простиралась на 1°37′.

Остъ-Индская компанія поручила полковнику Лэмбтону измѣрить дугу меридіана въ Остъ-Индіи, между Пуной, подъ 8°9′ шир. и Дамаржидой, подъ 18°3′ шир. (съ 1802 до 1823). Эта дуга была раздѣлена на три меньшія и была продолжена отъ Дамаржиды на сѣверъ до Каліаны подъ 29°31′ широты, съ 1823 до 1843, полковникомъ Эверестомъ. Эта же послѣдняя промежуточною станціей Каліанпуръ, подъ 24°7′ шир., была раздѣлена на двѣ дуги. Вся работа обнимала собою дугу около 21°22′ и принадлежитъ къ превосходнѣйшимъ работамъ произведеннымъ съ этою цѣлью.

Въ Англіи была измѣрена дуга въ 2°50′ между Дуннозъ на островѣ Уайтѣ и Клифтономъ, генераломъ Роемъ и позднѣе Муджемъ, и это превосходное измѣреніе дало странный результатъ, что градусъ южной части дуги болѣе градуса сѣверной части. Было ли это слѣдствіемъ мѣстнаго притяженія, или того, что земная поверхность на этомъ протяженіи сильно приплюснута, до-сихъ-поръ еще не рѣшено.

Меньшія градусныя измѣренія были сдѣланы въ Германіи: Боненбергеромъ въ Швабіи; Шумахеромъ въ Голштиніи, измѣрена дуга въ 1°32′ подъ средней широтой 54°8′; Гауссомъ въ Ганноверѣ — дуга въ 2°1′ подъ сред. шир. 52°32′; Бесселемъ и Байеромъ, съ 1831 по 1834, въ восточной Пруссіи — дуга въ $1\frac{1}{2}$ град., подъ 54°58′ шир.

Это послѣднее измѣреніе отличается не своимъ протяженіемъ, но точностію, новымъ методомъ вычисленія и остроумными соображеніями, которыя помѣщены въ превосходномъ сочиненіи Бесселя объ этомъ предметѣ. Наконецъ, англійское правительство поручило Мэклиру измѣрить дугу меридіана въ $4\frac{1}{2}^\circ$ на мысѣ Доброй Надежды; результаты этой работы еще не достаточно извѣстны.

Въ заключеніе упомянемъ о градусномъ измѣреніи въ Россіи, оконченномъ въ 1850 году. Оно простирается отъ Измаила, подъ 45°20′ широты, до Торнео подъ 65°51′ шир. и обнимаетъ дугу въ 20°31′. Эта работа была раздѣлена на нѣсколько меньшихъ работъ, произведенныхъ различными лицами. Г. Струве опредѣлилъ лично, съ 1820 до 1827 г., дугу въ 3°55′ между Якобштатомъ и Гохландомъ. Дуга въ 5°46′ между Гохландомъ и Торнео была опредѣлена частію офицерами генеральнаго штаба, частію помощниками г. Струве, и окончена въ 1849 году. Вся геодезическая часть при опредѣленіи дуги въ 11°10′ между Измаиломъ и Якобштатомъ была выполнена офицерами генеральнаго штаба, подъ руководствомъ генерала Теннера; астрономическая же часть, помощниками г. Струве. Главное наблюденіе за производствомъ работъ поручено было г-ну Струве. Это значительное измѣреніе было продолжено Зеландеромъ и Ганстеномъ, съ 1845 до 1851 г., на дугу въ 4°49′, отъ Торнео до Фугленеса у Нордкапа, такъ что вся длина измѣреннаго меридіана содержитъ въ себѣ 25°20′ и составляетъ самую большую дугу изо всѣхъ доселѣ измѣренныхъ. Къ сожалѣнію, результаты этой работы еще неизвѣстны; печатаніе этой работы было остановлено тяжкою болѣзнію астронома Струве, и намъ извѣстны только результаты измѣреній между Якобштатомъ и Гохландомъ, напечатанные въ 1831 году; а потому, если говорятъ объ измѣреніи Струве, то подъ этимъ должно понимать только дугу 3°55′, а не все большое измѣреніе меридіана.

Можно полагать, что посредствомъ этихъ многихъ съ большою точностію произведенныхъ измѣреній, вопросъ о видѣ и величинѣ земли разрѣшенъ вполнѣ; но на дѣлѣ это не совершенно такъ. Сравнивая измѣренія различныхъ дугъ, найдемъ среднее сжатіе земли равнымъ $\frac{1}{303,5}$ или $\frac{1}{305}$. Вальбекъ, способомъ наименьшихъ квадратовъ, изъ сравненія градусныхъ измѣреній въ Перу и во Франціи, Лэмбтона въ Остъ-Индіи, въ Англіи, и Сванберга въ Лапландіи, нашелъ сжатіе равнымъ $\frac{1}{302,78}$. Стало быть эти три конечные результата согласуются между собою какъ нельзя лучше; но отдѣльныя сравненія даютъ уклоненія сжатія отъ $\frac{1}{148}$ до $\frac{1}{500}$. Среднее различныхъ измѣреній, по вычисленію Эвереста, даетъ радіусъ экватора въ 5977.95 вер., съ уклоненіями отдѣльныхъ результатовъ отъ 5955 до 5963 вер., а для полуоси среднее 5958.35 вер. съ уклоненіями отъ 5955 до 5963 верстъ. Эти уклоненія происходятъ главнымъ образомъ отъ того, что вычисленія и сравненія основаны на предположеніяхъ, которыя отчасти не доказаны, а отчасти даже опровергнуты позднѣйшими наблюденіями. Эти предположенія слѣдующія:

1) Что видъ меридіана эллиптическій. Многія градусныя измѣренія, напр. англійское и Бесселя, заставляютъ сильно сомнѣваться въ этомъ.

2) Что земля есть эллипсоидъ вращенія, т. е., что всѣ меридіаны *равны* между собою; это предположеніе служило основаніемъ для сравненія градусныхъ измѣреній, произведенныхъ подъ различными долготами. Невѣрность этого предположенія уже доказана и, кажется, можно принять за достовѣрное, что земля не есть эллипсоидъ вращенія.

3) Что опредѣленія высотъ полюса, при крайнихъ точкахъ градуснаго измѣренія, совершенно вѣрны. Говоря о вѣрности, мы этимъ не хотимъ выразить ту степень неточности, которая сопровождаетъ какъ астрономическія, такъ и вообще всякія другія человѣческія наблюденія, ибо вездѣ человѣкъ можетъ только приближаться къ истинѣ, но вполнѣ ея достигнуть не въ состояніи. Тутъ идетъ рѣчь о томъ: дѣйствительно ли наблюдаемая и опредѣляемая высота есть полярная высота мѣста?

Высота полюса опредѣляется угломъ нормали съ осью земли; въ астрономическихъ же наблюденіяхъ, угломъ линіи отвѣса съ этою осью. Эти наблюденія только въ томъ случаѣ могутъ опредѣлить высоту полюса, когда нормаль и линія отвѣса совпадаютъ между собою, т. е., если послѣдняя не будетъ отклонена отъ своего направленія какою нибудь постороннею силою. Между тѣмъ, такія силы существуютъ. Уже Бугеръ и Лакондаминъ, при своемъ измѣреніи, замѣтили отклоненіе линіи отвѣса вслѣдствіе вліянія массы Чимборасо и опредѣлили это отклоненіе по возможности точно. Позднѣе, Мэскелейнъ опредѣлилъ притяженіе горы Уернсайда въ Іоркширѣ, а съ 1774 до 1776 г. онъ же съ Хуттономъ, опредѣлили притяженіе горы Шехаліена въ Пертширѣ; наконецъ, баронъ Цахъ тоже самое сдѣлалъ для горы Миме близъ Марсели. Не только на поверхности земли находящіяся горы могутъ имѣть вліяніе на направленіе отвѣса, но и другія причины, которыхъ существованіе намъ неизвѣстно, напр. различіе пластовъ внутри земли, неравномѣрное расположеніе ихъ и наконецъ волнообразныя возвышенія и углубленія внутренняго сплошнаго ядра земли: всѣ разнообразныя причины называемыя для краткости *мѣстнымъ притяженіемъ*. Такъ какъ до-сихъ-поръ мы не въ состояніи опредѣлить ни существованія этихъ причинъ, ни величины ихъ вліянія, то поневолѣ должны признать ошибочность въ наблюдаемыхъ высотахъ полюса, а вмѣстѣ съ тѣмъ и неправильность результатовъ по нимъ выведенныхъ, и все это безъ знанія степени ошибочности.

При измѣреніи градусовъ широты естественно явилось желаніе измѣрить градусы долготы. Если земля есть эллипсоидъ вращенія и слѣд. параллели суть круги, то величина градусовъ долготъ должна подтвердить опредѣленія широты; въ противномъ же случаѣ, если параллели суть эллипсы, то величина градусовъ долготъ опредѣлитъ видъ и величину этихъ эллипсовъ. Какъ, при измѣреніяхъ меридіана, высоты полюса опредѣлялись астрономически такъ и при измѣреніяхъ градусовъ долготы, опредѣляются астрономически долготы крайнихъ точекъ. Но опредѣленіе долготъ несравненно труднѣе, нежели опредѣленіе высотъ полюса.

Уже Ремеръ, въ 1671 г., опредѣлилъ разность долготъ между разрушенной обсерваторіей Тихо-де-Браге на островѣ Хвенѣ и астрономической башней въ Копенгагенѣ, посредствомъ внезапнаго разведенія огня; позднѣе, для подобныхъ опредѣленій, вошли въ употребленіе разрывы бомбъ, ракетъ и наконецъ такъ называемые пороховые сигналы. Въ новѣйшее же время, для той же цѣли, употребляются ѳліотропы.

Такъ Кассини и Маральди, въ 1733 и 1734 г., произвели градусное измѣреніе долготъ на западъ отъ Парижа и на востокъ до Страсбурга. Въ 1735 г. подобное измѣреніе произвелъ Кассини, подъ широтою Бреста. Всѣ эти три измѣренія неудовлетворительны. Кассини III съ Лакайлемъ, въ 1740, измѣрили дугу между Э и Сеттомъ почти въ 2°. Бурроу измѣрилъ дугу долготы, въ Остъ-Индіи; тоже сдѣлалъ Маласпина съ 1789 до 1794 г. — Бруссо измѣрилъ дугу между Роаномъ и Женевой, которая впо-

слѣдствіи была продолжена Планою и Карлини до Милана, а потомъ до Падуи. Баронъ Цахъ измѣрилъ градусы долготы въ Тюрингенѣ, а Литтровъ съ Августиномъ — въ Австріи.

Всѣ эти измѣренія не привели къ удовлетворительнымъ результатамъ. Главною причиною этого была нетолько трудность точнаго опредѣленія абсолютнаго времени, но и употребленіе сигналовъ. Наблюденія надъ внезапными сигналами условливаются субъективностію наблюдателя, чувствительностію его глаза и бо̀льшею или мѐньшею способностію удерживать получаемыя впечатлѣнія.

Для опредѣленія разностей долготъ превосходны наблюденія надъ кульминаціей луны. Наблюденіе ихъ вѣрное, да сверхъ того при этомъ нѣтъ надобности точно опредѣлять абсолютное время, и достаточно измѣрить время между кульминаціями луны и какой ни есть вблизи находящейся и прежде опредѣленной звѣзды. Тутъ только необходимо установить пассажный снарядъ въ плоскости меридіана и произвести соотвѣтствующія наблюденія на двухъ мѣстахъ. Недостатокъ этого способа состоитъ въ томъ, что въ различныхъ трубахъ діаметръ луны бываетъ различный; но эта разность можетъ быть опредѣлена опытомъ. Другой недостатокъ тотъ, что для точнаго опредѣленія долготъ необходимъ довольно продолжительный рядъ наблюденій. Шумахеръ однако доказалъ, до какой степени способъ этотъ точенъ; произведенныя имъ такимъ способомъ опредѣленія разностей долготъ между Гриничемъ и Альтоной, разнились отъ опредѣленій полученныхъ большою хронометрическою экспедиціей, только на $\frac{1}{10}$ секунды времени.

Это приводитъ насъ къ любимому въ настоящее время способу опредѣлять разности долготъ посредствомъ хронометровъ. Но какъ бы ни была вѣрна компенсація хронометра, все же рѣзкія перемѣны температуры имѣютъ вліяніе на его ходъ. Вообще астрономическія опредѣленія долготъ далеко не такъ точны, чтобы по нимъ можно было вывести кривую земной параллели. Новый и, вѣроятно, совершенно соотвѣтствующій способъ сдѣлался нынѣ возможнымъ, при помощи электрическаго телеграфа. Почти мгновенная передача знаковъ изъ одного мѣста въ другое даетъ возможность въ двухъ мѣстахъ, въ одинъ и тотъ же моментъ, наблюдать одинъ и тотъ же знакъ, и по этому наблюденію опредѣлять разность долготъ и дѣлать произвольное число наблюденій. Хотя опыты, произведенные надъ этимъ способомъ въ Соединенныхъ Штатахъ сѣверной Америки и не дали вполнѣ удовлетворительныхъ результатовъ, однако уже изъ немногаго намъ извѣстнаго можно заключить, что разность долготъ двухъ мѣстъ можетъ быть выведена по даннымъ электрическихъ знаковъ. При этомъ методѣ невыгода состоитъ въ невѣрности наблюденія внезапныхъ знаковъ, въ предположеніи равенства субъективныхъ свойствъ наблюдателей, въ ошибкѣ абсолютнаго опредѣленія времени въ двухъ мѣстахъ и наконецъ, хотя и очень незначительно, въ продолженіи времени, употребляемаго токомъ для прохожденія изъ одного мѣста въ другое.

Пройдетъ еще нѣсколько времени до-тѣхъ-поръ, пока электрическая телеграфическая сѣть покроетъ землю, и будетъ употребляться для цѣлей науки. Тогда будетъ возможно точное опредѣленіе градусовъ долготы; теперь же, при настоящихъ вспомогательныхъ средствахъ, такое опредѣленіе едва ли возможно.

У. (стр. 97) и Ф. (стр. 98).

О единицахъ мѣръ и вѣсовъ вообще и въ особенности о русскихъ.

Во французской системѣ мѣры и вѣса нѣтъ ни малѣйшаго мѣста произволу; всѣ величины выводятся одна изъ другой; даже основная единица, метръ, не есть произвольная мѣра; она равняется $\frac{1}{10.000,000}$ четверти земнаго меридіана или $\frac{1}{40.000,000}$ всего земнаго меридіана.

Опредѣленіе основной единицы, *метра*, потребовало большихъ геодезическихъ работъ; а такъ какъ невозможно измѣрить цѣлаго земнаго меридіана, частію по его огромному протяженію, частію же потому, что большая его часть, покрытая водою, льдомъ и снѣгомъ, для измѣренія недоступна, то поэтому принуждены были ограничиться измѣреніями весьма небольшихъ частей его и изъ нихъ сдѣлали выводъ о величинѣ цѣлаго. Ошибки въ окончательномъ результатѣ были, разумѣется, неизбѣжны и выведенная длина *метра* не могла быть совершенно безошибочною. Притомъ же намъ еще положительно неизвѣстно, всѣ ли земные меридіаны равны между собою и не слѣдовало ли при точномъ опредѣленіи длины метра указать, о какомъ меридіанѣ идетъ рѣчь. Если же притомъ метръ непремѣнно долженъ составлять $\frac{1}{40.000,000}$ *средняго* земнаго меридіана, какія огромныя работы были бы потребны для того, чтобы опредѣлить въ точности его величину!! Для устраненія всѣхъ подобныхъ возраженій и чтобы избѣжать ихъ при точномъ опредѣленіи мѣры и вѣса, была нарочно сдѣлана мѣра длины изъ платины, которая съ возможною точностію представляла длину метра, и особымъ закономъ было предписано считать эту мѣру за дѣйствительный метръ. Это опредѣленіе, если и несовершенно произвольно, потому что въ основаніи его лежатъ довольно точно выполненныя измѣренія, однакожъ и отъ произвола недалеко; почему же было не принять за единицу совершенно произвольную мѣру, къ которой всѣ привыкли? Другія правительства дѣйствительно смотрѣли съ этой послѣдней точки зрѣнія и держались стараго обычая: они ограничились только болѣе точнымъ, научнымъ опредѣленіемъ единицъ мѣры и вѣса и составили образцы, по которымъ во всякое время могли быть вывѣряемы всѣ мѣры и вѣсы, употребляемые въ торговлѣ.

Такъ коммиссія, учрежденная англійскимъ правительствомъ, положила принять старый англійскій ярдъ за основную единицу длины. На латунной полосѣ, длиною немного болѣе 3-хъ футовъ, были выдолблены 2 точки, и разстояніе между ними было принято равнымъ одному ярду. Этотъ ярдъ еще прежде долго служилъ въ Англіи основною мѣрою и образецъ его издавна хранился особо. И на этомъ старинномъ образцѣ длина ярда была также обозначена двумя точками; но эти точки были сдѣланы весьма толсто и грубо, такъ что нельзя было съ достаточною точностію опредѣлить разстояніе между ними. Поэтому коммиссія сдѣлала новый образцовый ярдъ изъ латуни, на которомъ обѣ точки были обозначены съ микроскопическою тонкостію, посредствомъ впущенныхъ въ металлъ золотыхъ гвоздочковъ; причемъ латунная полоска имѣла такое устройство, что даже значительныя искривленія не могли измѣнить разстоянія между обѣими точками. Эта основная мѣра (Imperial Standard yard) имѣетъ истинную длину при 62° Фаренгейта ($13\frac{1}{3}$° R.). Чтобы, въ случаѣ утраты, можно было снова найти эту длину, для этого,

посредствомъ весьма точныхъ наблюденій, опредѣлено отношеніе этого ярда къ длинѣ обыкновеннаго секунднаго маятника подъ широтою Лондона и на поверхности моря. Ярдъ былъ раздѣленъ на 3 фута, футъ на 12 дюймовъ, дюймъ на 10 линій.

Единицею вѣса приняли старинный монетный фунтъ, *трой — фунтъ*, заключающій 5,760 грановъ; 7,000 грановъ приняли за торговый фунтъ (avoir du poids). Чтобы опредѣлить отношеніе единицы вѣса къ единицѣ длины, взятъ вѣсъ англійскаго кубическаго дюйма воды и найдено, что кубическій дюймъ воды, при температурѣ 62° Фар. или $13^{1}/_{3}$°R. въ воздухѣ, при высотѣ барометра въ 30 дюймовъ (высота эта предполагается при 32° Ф. или 0° Р. температуры) вѣситъ 252.458 грана или въ безвоздушномъ пространствѣ 252.722 грана.

По весьма точнымъ сравненіямъ, французскій метръ равняется 39.37099 англійскихъ дюймовъ. Поэтому можно вычислить отношеніе англійскаго фунта къ вѣсу французскаго грамма.

Такъ какъ одинъ кубическій сантиметръ воды, при температурѣ наибольшей плотности, вѣситъ 1 граммъ, а англійскій кубическій дюймъ воды, при $13^{1}/_{2}$° R., вѣситъ 252.722 англійскихъ грана въ безвоздушномъ пространствѣ, и 5.760 такихъ грановъ составляютъ 1 фунтъ, то отсюда слѣдуетъ, что 1 граммъ равняется 15.4400 англійскихъ грановъ. Этотъ результатъ однакоже далекъ отъ истины; точное сравненіе единицъ вѣса обоихъ народовъ показало, что одинъ граммъ вѣситъ 15.4324 англійскихъ грана, а киллограммъ 15432.4 англійскихъ грана.

Эта разница произошла отъ того, что результатъ относительно вѣса кубическаго дюйма воды, опредѣленный англійскою коммиссіею, расходится съ результатомъ, полученнымъ французскою коммиссіею; изъ чего слѣдуетъ, что вѣсъ кубическаго дюйма воды донынѣ еще неточно извѣстенъ.

Мѣра и вѣсъ въ прусскомъ королевствѣ основаны на старо-французскихъ мѣрахъ: именно принято, что прусскій футъ долженъ равняться 139.13 старымъ французскимъ линіямъ (или 0.313854 ново-французскаго метра). Съ величайшею точностію изготовлена была мѣра въ 3 прусскихъ фута, которая служитъ съ тѣхъ поръ прототипомъ всѣхъ прусскихъ мѣръ. Прусскій футъ дѣлится на 12 дюймовъ, каждый дюймъ на 12 линій; 12 футовъ составляютъ прусскій туазъ (Ruthe), который раздѣляется на десятыя, сотыя и т. д. доли, и служитъ для употребленія при землемѣрныхъ работахъ; 2000 туазовъ составляютъ прусскую милю. Локоть (Elle), для измѣренія тканей, долженъ содержать $25^{1}/_{2}$ прусскихъ дюймовъ; 6 прусскихъ футовъ составляютъ сажень (Faden) для морскихъ измѣреній; для горныхъ измѣреній употребляется горная сажень (Lachter), заключающая въ себѣ 80 прусскихъ футовъ. Лахтеръ дѣлится на 8 осьмушекъ (Achtel), осьмушка на 10 лахтердюймовъ (Lachterzoll), лахтердюймъ на 10 примъ (Prima), прима на 10 секундъ. Прусская десятина (Morgen) заключаетъ въ себѣ 180 прусскихъ квадратныхъ туазовъ (Ruthe).

Прусскій фунтъ составляетъ $^{1}/_{66}$ прусскаго кубическаго дюйма воды, въ безвоздушномъ пространствѣ, при температурѣ 15° R. Половина фунта соотвѣтствуетъ ровно, еще доселѣ употребляемой, одной Кельнской маркѣ и служитъ для измѣренія вѣса золота и серебра (*). Марка для всѣхъ металловъ дѣлится на 288 грановъ. Этотъ же прус-

(*) По новѣйшимъ распоряженіямъ, прусскій монетный фунтъ равняется половинѣ килограмма.

скій фунтъ служитъ и для мелочной торговли и дѣлится тутъ на 32 лота, лотъ же на 4 четвертки (Quentchen). 110 прусскихъ фунтовъ составляютъ центнеръ (Centner). Прусскій корабельный ластъ (Schiffslast) содержитъ въ себѣ 4000 фунтовъ. Прусскій медицинскій фунтъ вѣситъ 24 прусскихъ лота и дѣлится на 12 унцій, унція на 8 драхмъ, драхма на 3 скрупула, скрупулъ на 20 griановъ; посему унція соотвѣтствуетъ 2 лотамъ, драхма равняется одной четвертки лота (Quentchen). Драгоцѣнные камни вѣсятся на караты: 160 каратовъ равняюся 9 прусскимъ Quentchen.

Теперь обратимся къ русскимъ единицамъ мѣры и вѣса.

По указу Петра Великаго, русская сажень, раздѣляемая на 3 аршина, должна заключать въ себѣ 7 англійскихъ футовъ. Это опредѣленіе служитъ и понынѣ основаніемъ русскихъ мѣръ длины. Чтобы получить такую мѣру, съ возможною точностію соотвѣтствующую англійской основной мѣрѣ, поручено было члену королевскаго общества въ Лондонѣ, капитану Катеру, который уже, въ званіи члена англійской коммиссіи, весьма много занимался англійскими мѣрами и вѣсами, распорядиться изготовленіемъ 3 мѣръ по англійской основной мѣрѣ и сдѣлать имъ точное сравненіе: 1) мѣру въ 3 англійскихъ фута, изъ желѣза; 2) мѣру въ 7 англійскихъ футовъ, тоже изъ желѣза; 3) мѣру въ 3 англійскихъ фута изъ латуни. Первыя двѣ мѣры должны были служить основою при геодезическихъ работахъ генеральнаго штаба и сдѣланы были изъ желѣза, для того чтобы при сравненіи ихъ съ употребляемыми при геодезическихъ работахъ также желѣзными мѣрами, температура могла быть оставлена безъ вниманія (*).

(*) Когда двѣ мѣры изъ одного металла (а слѣдовательно и одинаково расширяющіяся отъ теплоты) сравниваются между собою, то разность ихъ длинъ при всякой температурѣ будетъ одна и та же; но если онѣ сдѣланы изъ разныхъ металловъ, то разность измѣняется съ температурою, на которую должно быть обращено особенное вниманіе. Отъ этого сравненіе масштабовъ, сдѣланныхъ изъ разныхъ металловъ, представляетъ нѣкоторыя затрудненія. Желѣзо и платина, между всѣми металлами, наименѣе расширяются. А такъ какъ платина, по своей высокой цѣнности и по причинѣ мягкости, не совсѣмъ удобна для приготовленія мѣръ, то поэтому обыкновенно употребляютъ для того желѣзо. Къ тому еще надобно присовокупить, что всѣ сорты желѣза почти одинаково расширяются. Посему положеніе, что разница въ мѣрахъ, приготовленныхъ изъ одинаковаго металла, при всѣхъ температурахъ остается одинаковою, собственно относится только къ желѣзу.

Изъ точнаго сравненія этихъ трехъ мѣръ была опредѣлена совершенно точно длина англійскаго ярда; $2\frac{1}{3}$ ярда составляютъ сажень. Послѣдняя была нанесена на желѣзной полосѣ, которая имѣла то же самое устройство, какъ и англійскія образцовыя мѣры. Линіи, опредѣлявшія длину сажени, были проведены на маленькихъ платиновыхъ гвоздочкахъ, впущенныхъ въ желѣзо. Такая сажень имѣла нормальную свою длину при температурѣ въ $13\frac{1}{3}$° R.

Единицею вѣса былъ признанъ русскій монетный фунтъ, который по повелѣнію императрицы Екатерины II, хранится на монетномъ дворѣ въ С. Петербургѣ. Этотъ фунтъ сдѣланъ изъ латуни и вызолоченъ, однакожъ въ то время не было принято никакихъ предосторожностей для предохраненія его отъ порчи. Удѣльный вѣсъ его не опредѣленъ, такъ что до-сихъ-поръ съ точностію неизвѣстно, сколько онъ можетъ вѣсить въ безвоздушномъ пространствѣ.

Образцовый вѣсъ, чтобы не измѣниться съ теченіемъ времени отъ химическихъ вліяній, не долженъ имѣть на своей поверхности ничего окисляющагося, что и достигается позолотой. Но какимъ образомъ вывѣрить подобный вызолоченный фунтъ, не повредивъ его поверхности? Значительная позолота очевидно здѣсь не у мѣста,

потому что отъ этого очень бы увеличился и самый вѣсъ позолоченнаго предмета. Для устраненія этого затрудненія, вколотили въ голову этого фунта платиновый штифтъ, котораго конецъ нѣсколько выдавался надъ поверхностью головки; этотъ штифтикъ можно было подпиливать, пока оказался правильный вѣсъ въ фунтѣ. Такъ какъ платина принадлежитъ также къ металламъ неокисляющимся, то вся поверхность фунта послѣ вывѣрки оставалась на столько же неокисляющеюся, какъ была прежде того. Лишь только фунтъ получилъ правильный вѣсъ, платиновый штифтъ былъ такъ глубоко вколоченъ въ голову, что болѣе не выдавался и совершенно сгладился. Этимъ устранено было опасеніе порчи, которой подвержены острые углы.

Удѣльный вѣсъ новаго нормальнаго фунта, сдѣланнаго русскою коммиссіею мѣръ и вѣсовъ, изъ позолоченной латуни, былъ, при равномъ объемѣ, въ восемь разъ тяжелѣе воды при $13\frac{1}{3}^{\circ}$ температуры. Удѣльный вѣсъ монетнаго фунта былъ неизвѣстенъ, однако онъ немного могъ разниться отъ 8.0, потому что былъ также изъ латуни. Такимъ образомъ вѣсъ новаго нормальнаго фунта можно было въ воздухѣ совершенно уравнять съ старымъ монетнымъ фунтомъ, и быть увѣрену, что его вѣсъ и въ безвоздушномъ пространствѣ будетъ соотвѣтствовать вѣсу монетнаго фунта, принятому за нормальный вѣсъ.

Французскій основной килограммъ сдѣланъ изъ платины; русская коммиссія рѣшилась и русскій фунтъ сдѣлать также изъ платины. Этотъ фунтъ долженствовалъ въ воздушномъ пространствѣ вполнѣ соотвѣтсвовать русскому нормальному фунту. Приготовленный коммиссіею платиновый фунтъ имѣетъ форму цилиндра, весьма точно и тонко отшлифованъ и отполированъ и хранится въ об-

ложенной сукномъ латунной коробкѣ, помѣщенной въ деревянномъ футлярѣ.

Для того, чтобы опредѣлить отношеніе русскаго фунта къ русской единицы длины, русская комхиссія, точно также какъ и англійская, употребила вѣсъ кубическаго дюйма воды. Найдено, что кубическій дюймъ воды, при температурѣ въ $13\frac{1}{3}^{\circ}$ R., въ безноздушномъ пространствѣ, вѣситъ 368.361 доли (*).

Если раздѣлить число 9216, или число долей содержащихся въ фунтѣ, на выраженный въ доляхъ вѣсъ кубическаго дюйма воды, то получимъ число кубическихъ дюймовъ воды при $13\frac{1}{3}^{\circ}$ R., которыхъ вѣсъ равенъ фунту: это число равно 25.019. Оно весьма близко къ 25 и если взять воду при $8\frac{2}{3}^{\circ}$, то 25 кубическихъ дюймовъ этой воды будутъ вѣсить одинъ фунтъ.

Всѣ свѣдѣнія о мѣрахъ, вѣсахъ и инструментахъ, равно какъ и о зданіи, въ которомъ они находятся, подробно изложены въ сочиненіи, изданномъ коммисіею, подъ заглавіемъ: «*Travaux de la commission pour les mesures et poids de l'Empire de Russie.*» *St. Pétersbourg. 1841.*

Образцовыхъ мѣръ и вѣсовъ есть три разряда.

Къ первому разряду принадлежатъ тѣ изъ нихъ, которыя сдѣланы съ величайшимъ тщаніемъ, подобно основнымъ мѣрамъ и вѣсамъ, хранящимся въ депо. Ко второму и третьему разрядамъ тѣ, которые предназначены для повѣрки находящихся въ торговлѣ мѣръ и вѣсовъ. Втораго разряда мѣры и вѣсы сдѣланы съ бо̀льшею точностію, чѣмъ третьяго; притомъ вѣсы и мѣры вмѣстимости втораго разряда сдѣланы изъ латуни, а третьяго изъ желѣза.

(*) Извѣстно, что русскій фунтъ раздѣляется на 96 золотника, золотникъ на 96 долей: слѣдовательно фунтъ содержитъ 9216 долей.

Чтобы дать понятіе о точности этихъ образцовыхъ мѣръ и вѣсовъ, приведемъ уклоненія отъ истинной величины, которыя при нихъ допускаются.

Наибольшее уклоненіе, которое допускается:

	Во второмъ разрядѣ.	Въ третьемъ разрядѣ.
2-хъ пудовикъ....	10 долей	24 доли
пудовикъ....	5 »	
20-ти фунтовикъ...	2 доли	
10-ти фунтовикъ...	1 доля	6 долей
5-ти фунтовикъ...	$^1/_2$ доли	
3-хъ фунтовикъ...	$^1/_4$ доли	
2-хъ фунтовикъ...		
фунтовикъ...		
четверикъ	1 куб. дюймъ	2 куб. дюйма.
ведро ...	1 » »	2 » »
сажень ..	$^1/_{20}$ линіи	$^1/_{10}$ линіи
аршинъ ..	$^1/_{20}$ »	$^1/_{10}$ »

X (стр. 121).

О воздушномъ путешествіи гг. Барраля и Биксіо.

Почти точно на такую же высоту какъ поднялся Гэ-Люссакъ, а можетъ быть и на нѣсколько большую, подподнимались, въ іюлѣ 1850 года, французскіе ученые Барраль и Биксіо. Путешествіе свое они совершили на воздушномъ шарѣ Дюпюи-Делькура: отправившись изъ сада парижской обсерваторіи въ четыре часа по полудни, они спустились противъ воли, въ половинѣ шестаго часа, въ нѣсколькихъ льё отъ Парижа, вынужденные къ тому прорѣхою образовавшеюся въ шарѣ. Араго, донося объ этомъ путешествіи въ засѣданіи парижской академіи наукъ 29 іюля, замѣчаетъ, что нѣкоторые его результаты особенно интересны по своей неожиданности. Въ самомъ дѣлѣ, никакъ нельзя было подозрѣвать возможности существованіе толщи облаковъ слишкомъ въ 5000 метровъ или въ 5 верстъ, ни чрезвычайно быстраго и сильнаго пониженія температуры, причиненнаго, по всей вѣроятности, какими-либо особенностями облака. Гэ-Люссакъ, во время своего путешествія на воздушномъ шарѣ, хотя и поднялся на высоту 7016 метровъ, но нашелъ тамъ температуру не ниже — 9°.5 (*), тогда какъ Биксіо и Барраль испытали на той же высотѣ холодъ въ 39$^2/_3$ градусовъ. Должно замѣтить, что такое сильное пониженіе температуры случилось внезапно между 6000 и 7000 метровъ высоты, потому что на высотѣ 6000 метровъ термометръ показывалъ только — 9°.

Ц (стр. 139).

О собственныхъ движеніяхъ звѣздъ.

Звѣзды назывались прежде *неподвижными* и дѣйствительно для наблюдателя невооруженнаго зрительною

(*) Температура на поверхности земли въ Парижѣ была тогда + 30°.

трубою и угломѣрными инструментами, взаимныя положенія звѣздъ кажутся совершенно неизмѣнными. Впрочемъ, тщательныя изысканія, особенно новѣйшихъ астрономовъ, несомнѣнно доказали, что нѣкоторыя звѣзды (и вѣроятно всѣ безъ исключенія) одарены собственнымъ движеніемъ. Мы назовемъ здѣсь нѣсколько звѣздъ, которыхъ собственныя годичныя движенія опредѣлены съ наибольшею точностію.

	Величина:	Собственныя движенія:
2151 кормы Корабля..........	6	6″.871
ε Индійца..................	6 до 7	7.740
1830 по каталогу околополярныхъ звѣздъ Грумбриджа, находящаяся на границѣ созвѣздій Большой Медвѣдицы и Ловчихъ Псовъ..	7	6.974
61 Лебедя (двойная звѣзда)......	5 до 6	5.123
δ Эридана (двойная звѣзда)......	5 до 4	4.080
μ Кассіопеи..................	4	3.740
α Центавра..................	1	3.580
Арктуръ....................	1	2.250
Сиріусъ....................	1	1.234
ι Большой Медвѣдицы..........	3 до 4	0.746
Капелла....................	1	0.461
Вега.......................	1	0.400
Алдебаранъ.................	1	0.185
Полярная...................	2	0.035

Весьма естественно предположить, что собственныя движенія должны быть значительнѣе въ звѣздахъ блестящихъ, чѣмъ въ слабыхъ. Это дѣйствительно оказалось справедливымъ во многихъ случаяхъ; но что, по видимому весьма странно, самыя сильныя изъ всѣхъ извѣстныхъ собственныхъ движеній принадлежатъ весьма мало блестящимъ звѣздамъ, и можно сказать, что ни одна изъ звѣздъ первой величины не движется со скоростью подходящею къ скорости звѣздъ шестой и седьмой величины, стоящихъ въ главѣ нашей таблицы.

До новѣйшаго времени астрономы думали, что соотвѣтственное движеніе каждой звѣзды совершается по одному направленію, или прямолинейно и съ равномѣрною скоростью. Но, въ послѣднее время, начали сомнѣваться въ справедливости этого теорическаго предположенія, по крайней мѣрѣ въ отношеніи къ Прокіону и Сиріусу. Разсматривая положенія этихъ звѣздъ, соотвѣтствующія хорошо избраннымъ эпохамъ, Бессель замѣтилъ, относительно скорости и направленія движенія этихъ звѣздъ, явленія заставившія его предположить, что каждая изъ этихъ звѣздъ, подобно двойнымъ звѣздамъ, обращается вокругъ темнаго центра притяженія, вблизи ея находящагося. В. Я. Струве сомнѣвается въ вѣрности выводовъ знаменитаго кёнигсбергскаго астронома. Впрочемъ, новѣйшія изслѣдованія бывшаго петербургскаго академика, а нынѣ директора альтонской обсерваторіи, Петерса подтверждаютъ выводъ Бесселя.

Если принять за основаніе параллаксы звѣздъ приведенныя нами выше и вычислить въ земныхъ единицахъ мѣры величины собственныхъ движеній тѣхъ звѣздъ, выраженныя нами въ секундахъ градуса, то получимъ слѣдующія замѣчательныя цифры:

Названія звѣздъ:	Скорости въ 1 сек. времени:
Арктуръ.....................	80 верстъ.
61 Лебедя...................	67 «
Капелла.....................	39¼ «

Названія звѣздъ:	Скорости въ 1 сек. времени:	
Сиріусъ	37	«
ι Большой Медвѣдицы	$25\frac{1}{2}$	«
α Центавра	$17\frac{3}{4}$	«
Вега	$6\frac{4}{5}$	«
Полярная	$1\frac{1}{2}$	«

Мы видимъ, что именно тѣ тѣла, которыя считались образцами неподвижности, представляютъ самыя быстрыя движенія, замѣченныя нами въ матеріи. Въ добавокъ должно еще замѣтить, что числа приведенной выше таблицы измѣряютъ только относительныя перемѣщенія солнца и звѣздъ, а не абсолютныя величины собственныхъ движеній свѣтилъ, столь несправедливо названныхъ неподвижными. Упомянутыя числа выражаютъ только проэкціи звѣздныхъ скоростей на воображаемой сферѣ; направленія же и безусловныя величины скоростей, ужасающихъ воображеніе, остаются понынѣ для насъ неизвѣстными.

Открытіе собственныхъ движеній звѣздъ принадлежитъ весьма недавнему времени. Галлей первый (въ 1718 г.) подозрѣвалъ собственное движеніе Альдебарана, Сиріуса и Арктура, но, по несовершенству наблюденій звѣздныхъ широтъ древними астрономами, Галлей долженъ былъ ограничиться одними догадками. Жакъ Кассини, сравнивъ широту Арктура, полученную въ 1672 году астрономомъ Ришэ, съ выведенною изъ собственныхъ наблюденій 1738 года, вполнѣ доказалъ несомнѣнноссь перемѣщенія этой звѣзды. Впослѣдствіи, Товія Майеръ гораздо подробнѣе изучилъ этотъ вопросъ, распространивъ свои изысканія на восемьдесятъ звѣздъ.

Еще Ламбертъ, въ своихъ *космологическихъ письмахъ*

1761 года, допускалъ что звѣзды вообще обращаются по огромнымъ орбитамъ вокругъ неизвѣстныхъ центровъ. Такое обращеніе казалось ему единственнымъ средствомъ, могущимъ дать звѣздной системѣ совершенно прочное динамическое состояніе. Директоръ дерптской обсерваторіи, Мэдлеръ полагаетъ, что центръ обращенія почти всѣхъ звѣздъ находится въ Плеядахъ, основывая свое предположеніе на весьма большомъ числѣ наблюденій надъ собственными движеніями небесныхъ свѣтилъ: но до сихъ поръ ипотеза его раздѣляется весьма немногими астрономами. Сэръ Джонъ Гершель между прочимъ приводитъ противъ нея возраженіе (можетъ быть немного произвольное), что если общее обращеніе дѣйствительно существуетъ, то оно должно совершаться параллельно плоскости Млечнаго-пути.

Намъ остеется еще поговорить о причинѣ собственныхъ движеній звѣздъ.

Уйльямъ Гершель, убѣдившись въ посупательномъ движеніи нашего Солнца, старался совокупить это движеніе съ притяженіемъ какой-либо звѣздной группы. Дѣйствіе одной звѣзды на солнце было очевидно слишкомъ слабо для объясненія дѣла, почему онъ и обратился къ звѣзднымъ группамъ. Отыскивая въ небѣ рѣшеніе этого вопроса, Гершель попалъ на небольшое бѣлое пятно, открытое Галлеемъ въ 1714 году между ζ и η Геркулеса, въ которомъ никто никогда не видѣлъ ни одной звѣзды, но въ которомъ, помощію 40-ка футоваго телескопа, Гершель открылъ болѣе 14-ти тысячь такихъ звѣздъ, которыя могли бы быть пересчитаны.

Въ нѣкоторомъ разстояніи отъ этого скопленія находится другое пятно, замѣченное Мессье въ 1781 г., въ которомъ большой гершелевъ телескопъ показывалъ су-

ществованіе множество весьма сближенныхъ собою звѣздочекъ.

Безъ всякаго сомнѣнія, какихъ нибудь двухъ—трехъ десятковъ тысячь звѣздъ еще недостаточно для произведенія движенія, замѣченнаго въ нашей солнечной системѣ. По этому-то, хотя обѣ вышеупомянутыя группы находятся именно въ той части неба, къ которой направлено движеніе солнца, Гершель не сильно напиралъ на это обстоятельство. Впрочемъ, чтобы не лишить бодрости тѣхъ, которые бы вздумали изыскивать взаимную связь между звѣздами, не смотря на ихъ огромныя взаимныя разстоянія, онъ припоминаетъ, что нѣкоторыя части Млечнаго пути, на весьма ограниченныхъ пространствахъ, заключаютъ въ себѣ сотни тысячь и даже милліоны звѣздъ. Страны, гдѣ обѣ вѣтви Млечнаго пути соединяются, у Цефея и Кассіопеи, а съ другой у Скорпіона и Стрѣльца, особенно казалось ему центрами могущественныхъ притяженій, заслуживающими полнаго вниманія астрономовъ.

Ламбертъ въ своихъ *космологическихъ письмахъ* (1761 г.) говоритъ «Притяженіе распространяетъ свое дѣйствіе на все матеріальное. Самыя звѣзды притягиваютъ одна другую и отъ того необходимо должны происходить перемѣщенія. Тамъ, гдѣ сила притяженія будетъ уравновѣшиваться соотвѣтствующею центро-стремитальною силою, звѣзды безпрерывно будутъ описывать однѣ и тѣже кривыя и система будетъ въ остойчивомъ равновѣсіи.»

Ламбертъ, говоря о трудностяхъ задачи, безъ сомнѣнія предполагалъ, что вращательныя движенія небесныхъ тѣлъ могли быть порождены не разомъ, не единственнымъ толчкомъ, происшедшимъ послѣ совершеннаго отвердѣнія тѣхъ тѣлъ. Можетъ быть, знаменитый мюльхаузенскій геометръ предвидѣлъ даже кое-что изъ системы Лапласа, развившаго въ послѣдствіи свои идеи касательно послѣдовательнаго сгущенія крутящейся или вращающейся разсѣянной матеріи, сгущенія, котораго послѣднимъ продуктомъ было наше нынѣшнее солнце.

Впрочемъ, вотъ разительное доказательство того, что если притяженіе устанавливаетъ между всѣми тѣлами физическаго міра необходимыя и неизбѣжныя связи, то эта зависимость становится чрезвычайно слабою, какъ скоро величина разстояній перейдетъ за извѣстные предѣлы. Если предположить, что солнце и Сиріусъ имѣютъ одинаковую массу и удалены одно отъ другаго на такое разстояніе, что діаметръ земной орбиты явится съ Сиріуса подъ угломъ одной секунды, то оба свѣтила будутъ падать взаимнымъ притяженіемъ такъ медленно, что, по вычисленіямъ Гершеля, они сойдутся не ранѣе какъ по истеченіи 33-хъ милліоновъ лѣтъ.

Ч. (стр. 153).

Объ элементахъ астероидовъ.

Элементы астероидовъ, которые всѣ, за исключеніемъ четырехъ, открыты послѣ изданія «*Изложенія Системы Міра*», приведены нами выше на страницахъ 287 и 288.

Ш. (стран. 158).

О періодическихъ кометахъ.

Въ настоящее время несомнѣнно доказана періодичность по крайней мѣрѣ четырехъ кометъ: Галлеевой, Энковой, Гамбаровой (или Бѣлы) и Фэевой. Мы представимъ здѣсь нѣсколько подробностей о каждой изъ этихъ замѣчательныхъ кометъ.

Галлеева комета.

Вычисливъ параболическіе элементы кометы, явившейся въ 1682 г., Галлей нашелъ ихъ чрезвычайно сходными съ элементами кометы 1607 года, наблюденной Кеплеромъ и Лонгомонтаномъ, и съ элементами кометы, которую наблюдалъ Апіанъ, въ Ингольштадтѣ, въ 1531 году. Такъ какъ промежутокъ времени отъ 1531 по 1607 годъ составляетъ 76 лѣтъ, а съ 1607 по 1682 прошло 75 лѣтъ, то, принимая въ соображеніе чрезвычайное сходство элементовъ и одинаковость промежутковъ времени (*), Галлей принялъ три упомянутыя явленія кометы за явленіе одного и того же свѣтила и осмѣлился предсказать, что, въ началѣ 1759 года, явится вновь комета съ подобными же параболическими элементами. Исполненіе такого предсказанія должно было составить эпоху въ кометной астрономіи. Для убѣжденія невѣрующихъ, сочли полезнымъ устранить извѣстную неопредѣленность эпохи возвращенія, которою принужденъ былъ ограничиться Галлей, потому что въ его время не имѣлось возможности съ точностію опредѣлить величину пертурбацій. За рѣшеніе этого труднаго вопроса взялся французъ Клеро̀ (Clairaut). Онъ нашелъ, что вслѣдствіе притяженія планетъ, ходъ кометы нѣсколько замедлится и она придетъ къ перигелію 618 днями позже, чѣмъ въ предшествовавшее обращеніе, именно, она замедлится на 100 дней вліяніемъ Сатурна и на 518 дней вліяніемъ Юпитера, такъ что комета должна будетъ явиться къ перигелію въ половинѣ апрѣля 1759 года. Впрочемъ, Клеро̀ объяснилъ, что торопясь кончить вычисленіе, онъ опустилъ въ немъ небольшіе члены, которые, слагаясь между собою, могутъ увеличить или уменьшить вычисленный періодъ на 30 дней.

(*) Пертурбаціи измѣняютъ времена обращеній Галлеевой кометы приблизительно отъ 74 до 76 лѣтъ.

Вычисленія Клеро̀ оправдались на дѣлѣ и комета явилась къ перигелію 12-го марта 1759 г., проходя напередъ указанныя созвѣздія, съ весьма легкимъ уклоненіемъ отъ вычисленій Клеро̀, вслѣдствіе небольшаго видоизмѣненія параболическихъ элементовъ.

Послѣ этого невозможно было долѣе сомнѣваться въ періодичности кометы 1759 года и необходимо было вычислить время ея новаго появленія въ 1835 году. Дамуазо̀ взялся за этотъ громадный трудъ и простеръ приближеніе гораздо далѣе, чѣмъ его предшественникъ, принявъ, сверхъ того, въ соображеніе возмущающее дѣйствіе Урана (неизвѣстнаго во времена Клеро̀) и земли. Онъ вывелъ окончательно, что комета пройдетъ чрезъ перигелій 4-го ноября 1835 года.

Астрономъ Понтекуланъ, сдѣлавъ, съ своей стороны, тѣ же самыя вычисленія, опредѣлилъ сперва возвращеніе къ перигелію на 7-е ноября; но полнѣйшее вычисленіе дѣйствія земли и въ особенности поправка въ массѣ Юпитера, привели Понтекулана къ заключенію, что къ вышеупомянутому опредѣленію должно прибавить еще 6 дней, такъ что перигелій долженъ случиться 13-го ноября. Эти небольшія разности, не превышавшія немногихъ дней на

періодъ болѣе 76 лѣтъ, весьма легко объясняются вліяніемъ массъ возмущающихъ планетъ на движенія кометы.

Въ *Annuaire du Bureau des Longitudes* на 1832 годъ даны слѣдующіе параболическіе элементы Галлеевой кометы, для появленія ея въ 1835 году:

Наклоненіе	17°44′
Долгота узла	55 30
Долгота перигелія	304 32
Разстояніе перигелія	0.58
Движеніе	попятное

Никто не осмѣлился предсказать, въ какой именно день комета сдѣлается видимою въ 1835 году. Это происходило отъ невозможности заранѣе опредѣлить состояніе неба, напряженіе сумеречнаго свѣта, силу снарядовъ, остроту зрѣнія наблюдателей и возможность, что комета, протекая свою огромную 76-ти лѣтнюю орбиту, могла растерять часть своей матеріи. Предсказанія ограничились указаніемъ, что комету должно было начинать отъискивать съ первыхъ дней августа.

И дѣйствительно, 5-го августа, подъ яснымъ римскимъ небомъ, Дюмушѐль и Викὸ первые замѣтили Галлееву комету, еще до крайности слабую, въ той самой точкѣ неба, которую указывали вычисленія.

Вычисленія Дамуазὸ и Понтекулана предсказали возвращеніе кометы къ перигелію на 4, 7 и 13-е ноября 1835 года: наблюденіе же показало, что комета прошла чрезъ перигелій 16-го ноября; слѣдовательно, ошибка въ вычисленіяхъ была самая незначительная.

Таже самая комета являлась и въ 1456 году, какъ то видно изъ вычисленій ея элементовъ астрономомъ Пянгрэ.

Ранѣе 1456 года мы не находимъ несомнѣнныхъ на-

блюденій этой кометы. Руководствуясь, впрочемъ, періодомъ обращенія, мы, съ нѣкотораго рода вѣроятностію можемъ указать на кометы 1305 г., 1230 г., 1006 г. (упоминаемую Али-бен-Ровоамомъ), 885 г., и наконецъ 52 г. до Р. Хр., какъ на древнія появленія Галлеевой кометы. Что касается до кометы 1006 года, тожество ея съ кометою Галлея оправдывается, если не элементами, то, по-крайней-мѣрѣ, сходствомъ ихъ пути.

Въ китайскихъ сочиненіяхъ, подъ 1378 годомъ, упоминается о кометѣ, путь которой весьма хорошо обозначенъ. Руководствуясь переводомъ китайскаго текста, сдѣланнымъ Эдуардомъ Біὸ (Biot), Ложье могъ съ точностію вычислить элементы орбиты Галлеевой кометы для 1378 года.

Галлеева комета проходила чрезъ свой перигелій:

Въ	1378	году	8 ноября,
»	1456	»	8 іюня,
»	1531	»	25 августа,
»	1607	»	26 октября,
»	1682	»	14 сентября,
»	1759	»	12 марта,
»	1835	»	16 ноября.

Слѣдовательно, промежутки между двумя послѣдовательными ея прохожденіями чрезъ перигелій, въ семь ея вполнѣ достовѣрныхъ появленій, составляли:

Отъ 1378	до 1456 г.	28,343 дня, или кругл. числ.	77	лѣтъ	7 м.
» 1456	» 1531	» 27,467	75	»	2 »
» 1531	» 1607	» 27,811	76	»	2 »
» 1607	» 1682	» 27,352	74	»	11 »
» 1682	» 1759	» 27,937	76	»	6 »
» 1759	» 1835	» 28,006	76	»	8 »

Среднiй періодъ равняется 76 годамъ и 1 мѣсяцу.

Сравнивая среднее время обращенія Галлеевой кометы съ временемъ обращенія земли вокругъ солнца, находимъ, помощію третьяго кеплерова закона, что большая ось ея эллиптической орбиты равняется 35.9. Слѣдовательно, разность между этою большою осью и разстояніемъ перигелія составляетъ 35.3, что и выражаетъ разстояніе афелія или дальнѣйше разстояніе кометы отъ солнца. Эксцентрицитетъ, или отношеніе разстоянія фокуса отъ центра къ длинѣ большой полуоси, равняется 0.9674. Орбита Галлеевой кометы простирается нѣсколько далѣе орбиты Нептуна.

Энкова комета.

Она открыта въ Марсели, 26-го ноября 1818 г., Понсомъ. Вычисленія берлинскаго астронома Энке показали, что эта комета проходитъ свою эллиптическую орбиту въ 1,200 дней или приблизительно въ $3^3/_{10}$ года.

Тѣ, которымъ этотъ періодъ обращенія казался слишкомъ короткимъ для кометы, спрашивали — почему эта комета не была наблюдаема ранѣе? Во-первыхъ свѣтъ ея такъ слабъ, что она невидима простымъ глазомъ; но все-таки она была трижды наблюдаема ранѣе 1818 года, именно въ 1786, 1795 и 1805 годахъ. Послѣдующія явленія этой кометы въ 1822, 1825, 1829, 1832, 1835, 1838, 1842, 1845, 1848, 1852, 1855 и 1858 годахъ уничтожили всякое сомнѣніе относительно длины періода ея обращенія. Каждый разъ она являлась къ перигелію въ предсказанное время, съ весьма легкими уклоненіями, причину которыхъ полагаютъ въ сопротивленіи, оказываемомъ ея движенію міровымъ эѳиромъ.

По изслѣдованіямъ Энке, времена обращеній были послѣдовательно:

Съ 1786 по 1795 г. 1208.11 дней.
» 1795 » 1805 » 1207.88 »
» 1805 » 1819 » 1207.42 »

По послѣднимъ наблюденіямъ, періодъ обращенія равняется 1204 днямъ, или $3^3/_{10}$ года, что, по третьему кеплерову закону, даетъ для эллиптической орбиты Энковой кометы:

Большую полуось........	2.2148
Разстояніе перигелія.....	0.3370
Разстояніе афелія........	4.0926
Эксцентрицитетъ.........	0.8478

Орбита Энковой кометы заключается внутри юпитеровой орбиты. Эта комета бо́льшею частію возвращалась къ перигелію въ обстоятельствахъ неблагопріятныхъ для европейскихъ астрономовъ.

Комета Бѣлы.

Эта комета замѣчена въ Іозефштатѣ, 27-го февраля 1826 г., Бѣлою и десять дней послѣ того въ Марсели Гамбаромъ, который, вычисливъ параболическіе ея элементы по собственнымъ наблюденіямъ, при сличеніи ихъ съ показаніями кометнаго каталога, открылъ, что эта комета уже была наблюдаема въ 1805 и 1772 годахъ.

Вычисленіе эллиптическихъ элементовъ этой кометы совершено Клаузеномъ и Гамбаромъ, которые нашли что она обращается вокругъ солнца въ $6^2/_3$ года.

Дамуазо̀ принялъ на себя громадный трудъ вычисленія эпохи возвращенія кометы въ 1832 году. Изъ наблюденій 1826 года, нѣкоторые вздумали вывести заключеніе, что въ 1832 году комета Бѣлы столкнется съ землею;

но, при ближайшемъ разсмотрѣніи вопроса, оказалось, что такого рода опасенія были неосновательны. Комета Бѣлы должна была пересѣчь плоскость эклиптики 29-го октября 1832 года предъ полуночью. Вычисленіе показало, что комета пройдетъ чрезъ плоскость эклиптики нѣсколько внутри нашей орбиты, на разстояніи отъ этой кривой, равномъ 4⅔ земныхъ радіусовъ. Это малое разстояніе могло бы исчезнуть при малѣйшемъ измѣненіи элементовъ Дамуазо̀, за крайнюю точность которыхъ невозможно было ручаться. Но даже, принявъ упомянутое разстояніе въ 4⅔ земныхъ радіуса отъ центра кометы, мы найдемъ, что, по наблюденіямъ бременскаго астронома Ольберса, комета, въ появленіе свое въ 1805 году, имѣла радіусъ равный 5⅓ земныхъ, такъ что, 29-го октября 1832 года, предъ полуночью, часть земной орбиты заключалась внутри кометной туманности. Земля пришла въ эту точку 30-го ноября утромъ, то есть болѣе мѣсяца спустя. А такъ какъ земля движется по своей орбитѣ со среднею скоростію 674 тысячъ льё въ сутки, то простое вычисленіе покажетъ, что въ появленіе свое въ 1832 году, комета Бѣлы не приближалась къ землѣ болѣе какъ на 75 милліоновъ верстъ.

Если, въ 1832 году, комета, вмѣсто того, чтобы пересѣчь плоскость эклиптики 29-го октября вечеромъ, явилась туда 30-го ноября утромъ, то несомнѣнно туманность ея смѣшалась бы съ нашею атмосферою или даже комета могла столкнуться съ земнымъ шаромъ. Поспѣшимъ однакожъ упомянуть, что ошибка въ прохожденіи кометы чрезъ ея узелъ, простирающаяся до 1 мѣсяца, невозможна.

Для послѣдующихъ появленій этой кометы, сближенія ея съ землею должны быть каждый разъ вычисляемы особо.

Комета Бѣлы, во всѣ свои появленія, не представляла никакихъ слѣдовъ хвоста.

Записка Ольберса о кометѣ 1832 года, результаты которой сходны съ вышеприведенными, была дурно понята и надѣлала много страха между людьми, незнакомыми съ астрономіею. Нѣкоторые, вполнѣ соглашаясь, что въ 1832 году землѣ нечего опасаться столкновенія съ кометою, полагали однакожъ, что комета, встрѣтясь съ земною орбитою, можетъ что либо въ ней повредить, какъ будто орбита есть какое либо матеріальное тѣло. Развѣ параболическій путь, по которому выброшенная мортирою бомба летитъ въ пространствѣ, можетъ хоть сколько нибудь зависѣть отъ числа и положенія кривыхъ, описанныхъ бомбами, въ прежнія времена, въ тѣхъ же самыхъ мѣстахъ!

Параболическіе элементы кометы Бѣлы, съ эпохи ея открытія въ 1826, были вычислены по наблюденіямъ ея появленій въ 1832 и 1846 годахъ. Въ 1839 году появленіе ея не было замѣчено.

Эллиптическая орбита даетъ:

Длину большой полуоси.....3.5245
Разстояніе перигелія.......0.8565
Разстояніе афелія.........6.1926
Эксцентрицитетъ..........0.7570

Время обращенія = 2417 дней или 6.62 года.

Орбита этой кометы простирается нѣсколько за орбиту Юпитера.

О странномъ явленіи раздвоенія этой кометы мы приведемъ нѣсколько подробностей въ концѣ этого примѣчанія. Теперь же скажемъ нѣсколько словъ о кометѣ 1770 года, называемой также Лекселевою.

Въ іюнѣ 1770 года, Мессье открылъ комету. Астрономы, добывъ три хорошихъ наблюденія, по обыкновенію, поспѣшили опредѣлить ея параболическіе элементы, которые оказались неподходящими ни къ однимъ изъ прежде вычисленныхъ. Комета была видима долгое время, и при сличеніи послѣдующихъ наблюденій съ параболою, выведенною изъ первыхъ, оказались огромныя разности, несогласовавшіяся ни съ какою совокупностью параболическихъ элементовъ. Въ этомъ исключительномъ и дотолѣ безпримѣрномъ случаѣ, пришлось замѣнить параболу эллипсомъ съ довольно короткою большою осью. Лексель нашелъ, что эта ось только втрое болѣе діаметра земной орбиты, что соотвѣтствуетъ періоду обращенія въ $5\frac{1}{2}$ лѣтъ. Такимъ эллипсомъ всѣ положенія кометы, во все продолженіе ея долгой видимости, представлялись съ точностію самыхъ наблюденій.

Этотъ важный результатъ возбудилъ много толковъ. Казалось бы, съ такимъ короткимъ періодомъ обращенія, комета 1770 г. должна появляться довольно часто, а до наблюденій Мессье не открывалось даже слѣдовъ ея у кометографовъ. Мало того: она, послѣ этого единственнаго своего появленія, совершенно опять исчезла, хотя ее весьма внимательно искали на мѣстахъ, указанныхъ эллиптическою орбитою Лекселя.

Эта комета возбудила множество насмѣшекъ надъ астрономами, которые ласкали себя надеждою, что наконецъ окончательно овладѣли ключемъ кометныхъ движеній. Яркій свѣтъ ея въ 1770 году не позволялъ предположить, что она являлась уже неоднократно, не бывъ замѣченною. Нынѣ тайна объяснилась и законы всемірнаго тяготѣнія не только не поколебались, но пріобрѣли еще новыя доказательства своей непреложности.

Комета не была видима до 1770 года, потому что въ то время орбита ея была совершенно отлична отъ той, которую она начала описывать съ 1770 года. Въ 1776 году прохожденіе ея чрезъ перигелій совершилось днемъ и потому было невидимо, а прежде вторичнаго возвращенія кометы къ перигелію, форма ея орбиты до такой степени измѣнилась, вслѣдствіе планетнаго притяженія, что если бы комета и была усмотрѣна съ земли, то никакой не было возможности узнать ее.

Элементы Лекселевой кометы, суть слѣдующіе:

Прохожденіе чрезъ перигелій	14 августа
Наклоненіе	1°35′
Долгота узла	131 59
Долгота перигелія	356 16
Разстояніе перигелія	0.675
Длина большой полуоси	3.1534
Эксцентрицитетъ	0.7868

Движеніе прямое.

Между періодическими кометами, еще вновь не наблюденными, и которыхъ афеліи менѣе половины большой оси орбиты Нептуна, должно упомянуть о кометахъ Вико, Брорзена, Дарреста и Петерса.

Комета была открыта въ Римѣ, 22 августа 1844 года, патеромъ Вико. Въ теченіи нѣсколькихъ дней сентября мѣсяца, она была видима простымъ глазомъ. Имѣя яркость звѣздъ 6 величины, ядро ея казалось, чрезъ зрительную трубу, круглымъ и весьма хорошо ограниченнымъ; короткій голубоватый хвостъ разстилался по направленію, противоположному солнцу. Вычисленія Фэя, Бруннова и Леверрье доказали, что наблюденія этой кометы могутъ быть

представлены только эллиптическою орбитою, которой элементы суть слѣдующіе:

Прохожденіе чрезъ перигелій	2 сентября
Наклоненіе	2°55′
Долгота узла....................	63 49
Долгота перигелія................	342 31
Разстояніе перигелія.............	1.186
Большая полуось................	3.1028
Разстояніе афелія	5.0192
Эксцентрицитетъ................	0.6176

Движеніе прямое.

Время обращенія = 1996 дней или 5.47 лѣтъ.

Возвращеніе, долженствовавшее случиться въ 1850 году, не осуществилось; впрочемъ, комета должна была тогда представиться въ положеніи невыгодномъ для наблюденій. И въ прошедшемъ, не нашли достовѣрныхъ явленій этой кометы. Впрочемъ, элементы кометы 1678 года, вычисленные по наблюденіямъ Лайра, можетъ быть согласуются съ элементами кометы, открытой патеромъ Вико.

Брорзенъ открылъ 26 февраля 1846 г. телескопическую комету, которая находилась 27 марта въ ближайшемъ своемъ разстояніи отъ земли и была видима по 22 апрѣля, являясь постоянно туманностью, въ которой невозможно было замѣтить ни ядра, ни хвоста. Вычисленія Бруннова, Гужона и Хайнда показали, что наблюденныя положенія могли представляться только эллипсомъ и что комета должна была имѣть короткій періодъ обращенія—около пяти съ половиною лѣтъ. Комета должна была возвратиться

къ перигелію въ 1851 году, но не была усмотрѣна. Однакожь, 18 марта 1857 г. она вновь открыта Брунсомъ.

Между прежними кометами, являвшіяся въ 1532 и 1661 годахъ, кажется, имѣютъ орбиты довольно похожія на орбиту Брорзеновой, если принять въ соображеніе пертурбаціи, могшія измѣнить ходъ этого свѣтила въ теченіи двухъ или трехъ вѣковъ.

Даррестъ, въ Лейпцигѣ, открылъ 27 іюня 1851 года, маленькую телескопическую комету, которая была видима до октября. Не трудно было замѣтить эллиптическую форму ея орбиты; но вычисленные элементы, даже приблизительно не походили на элементы какой либо изъ извѣстныхъ планетъ.

26-го іюня 1846 года, Петерсъ открылъ въ Неаполѣ комету, которая была видима до 21-го іюля. Вычисленіе показало, что наблюденія этой кометы могли быть представлены эллиптическою орбитою, съ большою осью = 6.32. Эта комета должна возвратиться по прошествіи 16-ти лѣтъ.

Комета, замѣченная въ февралѣ 1843 года въ созвѣздіяхъ Большой Медвѣдицы и Льва, парижскими, берлинскими и вѣнскими астрономами, кажется, по вычисленіямъ Клаузена, должна быть причислена къ кометамъ съ короткимъ періодомъ обращенія. Время этого періода = 5.438 лѣтъ, а эксцентрицитетъ = 0.721. Эту комету сочли было вторымъ появленіемъ кометы Бланпяня (Blancpain), открытой въ Марсели 28-го ноября 1819 года и наблюдавшейся въ Миланѣ до 25-го января 1820, которая, по вычисленіямъ Энке, должна имѣть періодъ въ 4.810 лѣтъ и эксцентрицитетъ = 0.687.

Мессье, въ Парижѣ, открылъ, 8-го апрѣля 1776 года, комету, которая была также наблюдаема на островѣ Бур-

бонѣ, астрономомъ Ланю (La Nux). Буркхардтъ вычислилъ для нея эллиптическую орбиту съ эксцентрицитетомъ = 0.864 и съ періодомъ обращенія = 5.025. Клаузенъ думаетъ, что она можетъ быть тожественна съ открытою 21-го іюня 1819 года Понсомъ, въ Марсели, и наблюдавшеюся по 29-е іюля. Вычисленія Энке указываютъ этой кометѣ обращеніе въ 5.618 лѣтъ и эксцентрицитетъ въ 0.755. Притяженіе планетъ значительно видоизмѣнило движеніе этой кометы, въ промежутокъ между двумя ея наблюденными появленіями.

Наконецъ, комета, открытая 19-го ноября 1783 года, въ Іоркѣ, Пиготтомъ, имѣла, по Буркхардту, эллиптическую орбиту съ эксцентрицитетомъ въ 0.6 и періодомъ обращенія въ 5 лѣтъ.

Наблюденія каждой изъ новыхъ кометъ, тщательно преслѣдуемыя со всею точностію дозволяемою новѣйшими инструментами, дадутъ намъ возможность разрѣшить вопросъ о тожествѣ новыхъ кометъ съ прежними.

Еще остается намъ сообщить обѣщанныя выше подробности о раздвоеніи кометы Бѣлы.

Древніе писатели, каковы философъ Демокритъ и историкъ Эфоръ, свидѣтельствуютъ о раздѣленіи кометъ на части. Кеплеръ полагаетъ что подобнаго рода раздѣленіе случилось и надъ второю кометою 1618 года, какъ то явствуетъ изъ непосредственныхъ наблюденій Цизата, Венделина и Шейнера. Китайскіе астрономы упоминаютъ о трехъ совокупленныхъ кометахъ, явившихся въ 896 г. и вмѣстѣ совершавшихъ путь по общей орбитѣ. Гевелій пишетъ о раздѣленіяхъ на части кометъ 1651 г., 1661 г. и 1664 года. Наконецъ, въ 1846 году, комета Бѣлы раздѣлилась на двѣ части, почти предъ глазами астроно-

мовъ. Послѣдній фактъ, вполнѣ несомнѣнный, весьма замѣчателенъ.

Гумбольдтъ говоритъ, въ III томѣ своего «Космоса»: «19 декабря 1845 года, Хайндъ замѣтилъ въ еще цѣлой кометѣ нѣчто въ родѣ возвышенія обращеннаго къ сѣверу; но 21-го, по наблюденію Энке, въ Берлинѣ, не было замѣтно никакого слѣда раздѣленія. Это раздѣленіе, уже совершившееся, было впервые замѣчено 27 декабря, въ Сѣверной Америкѣ, а въ Европѣ въ половинѣ января 1846 года. Новое свѣтило, меньшаго объема, предшествовало главному, въ сѣверномъ направленіи. Блескъ обѣихъ кометъ измѣнялся, такъ что второстепенная комета мало-по-малу дѣлалась свѣтлѣе и нѣкоторое время превосходила блескомъ главную. Туманныя оболочки ихъ ядеръ не имѣли опредѣленныхъ контуровъ: туманность бо́льшей кометы представляла слабо-свѣтящую выпуклость къ ю.-ю.-з.; но, въ части неба, раздѣлявшей кометы, Струве, въ Пулковѣ, не замѣтилъ слѣдовъ туманности. Нѣсколько дней позже, Мори, въ Вашингтонѣ, замѣтилъ лучи, посылаемые старою кометою къ новой, такъ что, нѣкоторое время, между обѣими кометами было нѣчто въ родѣ моста. 24 марта, мѐньшая комета, ослабѣвая незамѣтно, едва могла быть различаема, но бо́льшая исчезла совершенно только 20 апрѣля.

19 февраля 1846 года, Струве впервые увидѣлъ комету двойною, и, благодаря ясности неба, сдѣлалъ рисунокъ, основанный на точныхъ измѣреніяхъ. 21 февраля онъ снялъ портретъ съ кометы. При первомъ наблюденіи, разстояніе между ядрами было 6′7″; а при второмъ 6′33″. 4-го марта это разстояніе равнялось 7′20″; а 23 марта = 13′32″. Эти числа выражаютъ не истинныя, а кажущіяся разстоянія. Слѣдующая табличка показываетъ истинныя разстоянія, вычисленныя Плантамуромъ.

1846 года:		Льё.
10	февраля	60,260
17	»	61,770
26	»	62,990
3	марта	63,250
16	»	62,660
22	»	62,030

Наибольшее разстояніе случилось 3 марта 1846 года и равнялась $^2/_3$ разстоянія луны отъ земли.

26 сентября 1852 года, Зекки, въ Римѣ, открылъ второе появленіе раздвоившейся кометы. Въ то время разстояніе между обоими ядрами составляло около двухъ милліоновъ верстъ.

Должно сожалѣть, что самое раздѣленіе кометы на̀-двое ускользнуло отъ наблюдателей. Весьма было бы любопытно присутствовать при подобномъ явленіи и замѣтить всѣ его обстоятельства. Не смотря на то, образованіе новыхъ тѣлъ солнечной системы, чрезъ раздѣленіе старыхъ, составляетъ отнынѣ весьма важный и вполнѣ несомнѣнный фактъ.

Щ. (стр. 159).

О кометныхъ туманностяхъ.

Новѣйшіе астрономы, обративъ исключительное вниманіе на изученіе движеній кометъ, и можетъ-быть увлеченные теорическими воззрѣніями, вовсе упустили изъ вида весьма замѣчательное наблюденіе относительно способа, которымъ измѣняется величина кометныхъ туманностей. Гевелій, не стѣснявшійся никакою системою, рѣшительно

говоритъ, что истинный поперечникъ этихъ туманностей увеличивается помѣрѣ-того, какъ кометы удаляются отъ солнца. Ньютонъ также допускалъ этотъ странный результатъ и даже объяснялъ его физическую причину. Онъ говорилъ, что кометныя головы, приближаясь къ солнцу, уменьшаются въ объемѣ, развивая на свой счетъ хвосты. За то, послѣ прохожденія чрезъ перигелій, туманность, не отдѣляя болѣе вещества на увеличеніе хвоста, уже достигшаго полнаго развитія, сама увеличивается. Это предполагаетъ, что хвосты вновь возвращаются къ кометной атмосферѣ, проходя обратно милліоны миль, совершенные первоначально подъ вліяніемъ отталкивающей силы.

Не смотря на поддержку Ньютона, никто изъ астрономовъ, до послѣдняго времени, не вѣрилъ открытію Гевелія. Въ-самомъ-дѣлѣ, при трудности наблюденій, не легко было допустить, чтобы газообразная масса расширялась, удаляясь отъ солнца и переносясь въ болѣе холодныя страны небесъ. Теперь, благодаря Энковой кометѣ и кометамъ 1618 и 1807 годовъ, замѣчаніе Гевелія оказывается непреложною истиною для большинства случаевъ. Мы должны, однакожь, присовокупить, что неменѣе точныя наблюденія показали, для нѣкоторыхъ кометъ, измѣненія объемовъ по совершенно противоположному направленію.

Ъ. (Стр. 160).

О видѣ туманности кометы 1681 года смотри въ «Общепонятной Астрономіи Араго», Т. II, кн. XVII, гл. 22.

Ы. (стр. 160).

О массахъ, поперечникахъ дисковъ и ядрахъ кометъ.

Весьма яркія кометы, съ ядромъ, похожимъ на планетное, являются довольно рѣдко. Телескопическія наблюденія доказываютъ, что обыкновенно масса кометъ бываетъ весьма мала. Къ тому же самому заключенію приводитъ насъ тщательное изученіе движеній планетъ, близъ которыхъ иногда проходятъ кометы.

Лекселева комета принадлежитъ къ числу наиболѣе приближавшихся къ землѣ. Ближайшее разстояніе отъ земли составляло около 600,000 льё, т.-е. вшестеро далѣе луны. Несмотря на то, Лапласъ доказалъ, что одно только дѣйствіе земли увеличило періодъ движенія кометы болѣе чѣмъ двумя сутками. Математически говоря, вліяніемъ противодѣйствія этого свѣтила, время употребляемое землею для возвращенія къ извѣстной точкѣ ея орбиты, или, другими словами, длина нашего года должна была также нѣсколько увеличиться. Если предположить массу кометы равною массѣ земли, то вычисленіе показываетъ, что годъ нашъ сдѣлался бы длиннѣе на 2 часа 53 минуты; но наблюденія доказали, что въ 1770 г., годъ нашъ не измѣнился даже на одну секунду, такъ что масса кометы необходима была менѣе $\frac{1}{5000}$ массы земли. Это объясняетъ намъ, какимъ образомъ комета 1770 г. могла дважды пройти сквозь систему спутниковъ Юпитера, не причинивъ въ ней ни малѣйшаго разстройства.

Дюсежуръ нашелъ, что если комета, имѣющая массу, равную земной, прошла бы на разстояніи только 15,000 льё отъ нашей планеты, то годъ нашъ получилъ бы длину въ 367 дней 16 ч. 5 м. и наклоненіе эклиптики измѣнилось бы на 2°. Несмотря на огромность массы и малость разстоянія, такое сближеніе отозвалось бы только въ календарѣ.

Вопросъ о существѣ кометныхъ ядеръ имѣетъ чрезвычайную важность. Состоятъ ли кометныя ядра изъ твердаго или парообразнаго вещества и притомъ, прозрачно ли оно, или не прозрачно? Рѣшеніе этихъ вопросовъ броситъ яркій свѣтъ на значеніе кометъ въ переворотахъ физическаго міра. Древнія наблюденія, указывающія, повидимому, на непрозрачность кометныхъ ядеръ, туманностей и хвостовъ, по неопредѣленности своей и неотчетливости не заслуживаютъ никакого вниманія. Новѣйшія наблюденія: Мессье надъ покрытіемъ телескопической звѣздочки тѣломъ кометы 1774 года, и Вартмана, увѣрявшаго, что 28-го ноября 1828 года, въ $10\frac{1}{2}$ часовъ вечера, Энкова комета совершенно покрыла звѣзду 8-ой величины; наблюденія эти оставляютъ много повода къ сомнѣніямъ. Съ другой стороны, существуютъ несомнѣнныя свидѣтельства въ пользу прозрачности кометныхъ ядеръ, и мы можемъ сослаться на свидѣтельства Монтеня, Уйльяма Гершеля, Ольберса, Понса, Вальца и Струве (*). Также чрезвычайно любопытное явленіе должна была представить комета, внезапно явившаяся, въ полномъ блескѣ, въ началѣ іюля 1819 года. По вычисленіямъ Ольберса, утромъ 26 іюня, комета прошла между землею и солнцемъ и пролагалась на дискѣ послѣдняго въ теченіи болѣе $3\frac{1}{2}$ часовъ. Къ несчастію, никто изъ астрономовъ не наблюдалъ этого явленія: потому что наблюденіе 77-ми лѣтняго прусскаго генерала Линденера незаслуживаетъ никакого довѣрія, равно какъ и позднее свидѣтельство Пасторфа.

(*) См. «Общепонятную Астрономію Араго» въ русскомъ переводѣ, Т. II, кн. XVII, стр. 288.

Изъ совокупности наблюденій надъ кометами, помощію зрительныхъ трубъ, можно, кажется, вывести заключеніе, что вообще кометныя ядра бываютъ прозрачны, но что въ нихъ заключается твердая и непрозрачная часть весьма малыхъ размѣровъ. Впрочемъ, сомнительно, чтобы всѣ кометы имѣли однообразное устройство.

Существуютъ кометы безъ видимаго ядра, которыя, во всемъ своемъ протяженіи, имѣютъ почти однообразный блескъ и представляютъ, безъ сомнѣнія, простыя скопленія газообразнаго вещества. Вторая степень сосредоточенія этихъ паровъ могла породить, въ центрѣ туманности, ядро, замѣтное яркостію своего блеска, но которое, будучи еще жидкимъ, обладаетъ большою прозрачностію. Въ послѣдующую эпоху, достаточно охлажденная жидкость облекается твердою корою и, съ той поры, прекращается прозрачность ядра. Помѣщаясь между наблюдателемъ и звѣздою, оно должно причинять затмѣніе послѣдней, столь же дѣйствительное, какъ и тѣ, которыя производятся луною и планетами. Ничто̀, рѣшительно ничто̀ не доказываетъ несуществованія такихъ кометъ съ твердымъ ядромъ. Чрезвычайное разнообразіе вида и блеска кометъ оправдываетъ всѣ подобнаго рода предположенія.

Эти выводы, относительно физическаго устройства большей части кометныхъ ядеръ, подтверждаются наблюденіями ядра Галлеевой кометы въ 1835 году.

Ядра вообще имѣютъ худо опредѣленную форму и не занимаютъ центра круглой туманности, а находятся между этимъ центромъ и краемъ туманности ближайшимъ къ солнцу. Нерѣдко ядро отдѣляется отъ туманности темнымъ кольцомъ, вполнѣ его окружающимъ.

Ь и Ѣ. (стр. 161).

О кометныхъ хвостахъ.

Еще китайцы, въ 837 году, замѣтили, что кометные хвосты направляются въ сторону, противоположную солнцу. Въ Европѣ, первый замѣтилъ это Апіанъ, въ 1531 году. Но, поспѣшимъ замѣтить, что ось хвоста почти никогда не совпадаетъ въ точности съ продолженіемъ линіи, соединяющей солнце съ кометою. Иногда взаимное отклоненіе между упомянутою осью и линіею соединенія бываетъ весьма значительно и доходитъ до прямаго угла. Вообще замѣчено, что хвостъ наклоняется въ сторону, изъ которой идетъ комета, какъ будто въ ея пути чрезъ газообразную средину, туманная ея оболочка встрѣчаетъ болѣе сопротивленія, чѣмъ ядро. Если присовокупить то, что упомянутое отклоненіе гораздо значительнѣе въ точкахъ наиболѣе удаленныхъ отъ головы, то кажется сказанное выше о сопротивленіи имѣетъ болѣе значенія, чѣмъ простое уподобленіе. Такія разности въ отклоненіи различныхъ точекъ производятъ иногда въ совокупности хвоста весьма замѣтную кривизну. Напримѣръ, хвостъ кометы 1744 года составлялъ почти четверть круга на протяженіи нѣсколькихъ градусовъ. Туманная матерія была гуще и хвостъ блестящее и опредѣленнѣе съ выпуклой стороны, т. е. съ той, къ которой направлялось движеніе, чѣмъ съ противоположной или вогнутой стороны.

Одинокіе хвосты обыкновенно расширяются къ своимъ оконечностямъ и раздѣляются посрединѣ на двѣ почти равныя части, темною полосою. Края свѣтятъ гораздо ярче чѣмъ средина.

Изученіе этихъ результатовъ наблюденій привело къ

странному, но, повидимому, неизбѣжному выводу, что хвосты суть пустые цилиндры или конусы, которыхъ края имѣютъ извѣстную толщину.

Хотя обыкновенно хвосты представляютъ расходящуюся форму, но встрѣчались случаи, когда они оканчивались остріемъ. Впрочемъ, расходящіеся лучи, окаймляющіе хвосты, не остаются постоянными.

Нерѣдко кометы имѣютъ по нѣскольку совершенно отдѣльныхъ хвостовъ. Комета 1744 года имѣла шесть хвостовъ. Комета 1823 года имѣла два хвоста: изъ нихъ одинъ, какъ обыкновенно, былъ обращенъ въ сторону противоположную солнцу, а другой направлялся прямо къ солнцу, что дѣлало комету похожею на большое туманное пятно Андромеды. Хвостъ кометы 1825 года, по ново-голландскимъ наблюденіямъ Дунлопа, состоялъ изъ пяти отдѣльныхъ вѣтвей различной величины, и т. д.

Свѣтъ и длина хвостовъ отнюдь несоотвѣтствуютъ яркости кометы. Длины эти бываютъ чрезвычайно различныя и простираются иногда болѣе чѣмъ на сто градусовъ. Кометы 1680, 1769 и 1618 годовъ могли находиться уже подъ горизонтомъ, а хвосты ихъ достигали еще до зенита.

Въ отношеніи къ объясненію кометныхъ хвостовъ, мы не будемъ касаться фантазій древнихъ философовъ, а прямо обратимся къ идеямъ Кеплера, ипотеза котораго изложена въ его трактатахъ о кометахъ 1607 и 1618 годовъ. Тамъ онъ положительно говоритъ, что хвосты образуются веществомъ самого тѣла кометъ, которое переносится въ сторону, противоположную солнцу, толчками солнечныхъ лучей.

Между послѣдователями этой идеи Кеплера, мы должны назвать Рикчіоли, который, желая объяснить, почему иногда хвостъ сильно отклоняется отъ линіи, проходящей

чрезъ центры солнца и кометы, предполагалъ послѣднія окруженными концентрическими прозрачными кругами, различныхъ плотностей, внутри которыхъ кометы занимали нецентральное положеніе. Одобреніе Ньютона и Эйлера придало особый вѣсъ этой теоріи.

Основываясь на замѣчаніи, что кометные хвосты достигаютъ наибольшей длины послѣ прохожденія этихъ свѣтилъ чрезъ перигелій, Ньютонъ приписалъ солнечной теплотѣ главную роль въ этомъ явленіи. Онъ предположилъ, что кометные хвосты не что иное, какъ чрезвычайно разрѣженный паръ, выходящій изъ головы и ядра кометы. Для подтвержденія своей ипотезы, безсмертный геометръ вычислилъ жаръ, который должна была претерпѣвать комета 1680 года, при прохожденіи чрезъ перигелій, и нашелъ, что онъ въ 2,000 разъ долженъ превосходить жаръ раскаленнаго желѣза. Но физики уже давно обнаружили неточность такого опредѣленія; къ этому еще должно присоединить, что свѣтило, быстро подвигаясь къ части орбиты, близкой къ перигелію, могло оставаться только весьма короткое время на разстояніи отъ солнца, предположенномъ вычисленіями Ньютона. Такимъ образомъ, 1 ч. 16 м. послѣ прохожденія чрезъ перигелій, комета 1680 г. была уже отъ солнца на разстояніи, вдвое большемъ, чѣмъ ея перигелій и, слѣдовательно, жаръ ею претерпѣваемый былъ уже не болѣе $^1/_4$ жара соотвѣтствующаго разстоянію перигелія. Чрезъ 2 ч. 40 м. разстояніе утроилось и жаръ былъ вдевятеро слабѣе, и т. д.

Допустимъ (и этого слишкомъ много), что легкій паръ, образующійся на счетъ вещества кометы дѣйствіемъ солнечныхъ лучей, долженъ всегда подниматься на сторонѣ, противоположной солнцу: каждая частичка этого вещества сама сдѣлается нѣкотораго рода маленькою кометою, описывающею вокругъ солнца эллипсъ большій того, ко-

торый описываетъ ядро, отъ коего отдѣлилась упомянутая частичка; движеніе по этимъ эллипсамъ будетъ менѣе быстро, чѣмъ движеніе ядра, что̀, согласно наблюденіямъ, достаточно объяснитъ отклоненія хвоста относительно линіи, соединяющей центръ солнца съ головою кометы. Но изъ этихъ соображеній выводится еще, что хвостъ, образованный въ первой части орбиты, всегда будетъ слѣдовать за ядромъ, даже послѣ прохожденія его чрезъ перигелій, что совершенно опровергается наблюденіями. Въ самомъ дѣлѣ извѣстно, что, во второй половинѣ своей орбиты, комета несетъ хвостъ передъ собою. Послѣ такого явнаго противорѣчія между теоріею и наблюденіемъ, нечего болѣе настаивать на мелочныхъ затрудненіяхъ. Скажемъ только, что ньютонова ипотеза, подобно кеплеровой, нисколько не объясняетъ многочисленныхъ хвостовъ нѣкоторыхъ кометъ и загибы въ разныя стороны, представленные боками нѣкоторыхъ хвостовъ.

Біо раздѣляетъ мнѣніе Ньютона относительно поднятія нѣкоторой части вещества ядра дѣйствіемъ солнечнаго жара. «Нѣкоторыя кометы, говоритъ онъ, подвергаются въ перигеліѣ какъ-бы пожару, и пары, изъ нихъ поднимающіеся, не раздѣляя болѣе движенія кометы, должны образовать за нею родъ хвоста». Не смотря на весь авторитетъ Біо, трудно объяснить, какимъ образомъ частички, поднимающіяся съ тѣла кометы, внезапно теряютъ поступательное движеніе, которымъ онѣ были одарены въ то время, когда составляли еще часть кометнаго тѣла. Впрочемъ, подобное предположеніе нисколько не уменьшаетъ противорѣчій, существующихъ между теоріею и наблюденіями.

Достаточно сказать два слова о теоріи, придуманной нѣкогда Грегори, и принятой впослѣдствіи Пянгрэ, Лапласомъ и Деламбромъ, по которой солнечные лучи дѣйствуютъ толчками на легкій паръ, отдѣляемый солнечною теплотою отъ кометнаго тѣла. Здѣсь представляются всѣ тѣ же затрудненія, какъ и въ теоріи Кеплера. При томъ, весьма точные опыты Беннета показали, что соединяя даже весьма большое число лучей въ одной точкѣ, помощію весьма большаго зажигательнаго стекла, не замѣчается ни малѣйшаго движенія, которое бы можно было приписать толчку этихъ лучей. Слѣдовательно, самое основаніе этой ипотезы лишено всякаго вѣроятія.

Найтъ (Knigth) и Оливеръ Салемскій (въ Америкѣ), вскорѣ послѣ явленія знаменитой кометы 1769 года, столь замѣчательной своимъ длиннымъ хвостомъ, предложили теорію, въ которой образованіе этихъ кометныхъ придатковъ приписывается отталкивающему дѣйствію солнечной атмосферы на кометную, при ихъ смѣшеніи или даже сближеніи.

Физически говоря, такого отталкивающаго дѣйствія невозможно допустить; да притомъ оно и не объясняетъ главныхъ условій формы и положенія хвостовъ.

О странной и ничего не объясняющей теоріи Бенедикта Прево мы даже не считаемъ нужнымъ и упоминать.

Вообще, ни одна изъ предложенныхъ теорій не объясняетъ ни общности, ни подробностей явленій кометныхъ хвостовъ, хотя въ новѣйшее время мы успѣли разгадать нѣкоторыя изъ ихъ тайнъ. Такъ, напримѣръ, мы убѣдились, что бо̀льшая часть хвостовъ состоитъ изъ пустыхъ внутри цилиндровъ или конусовъ; но намъ остается открыть еще очень многое, для того, чтобы объяснить истинную сущность этихъ загадочныхъ предметовъ.

Э. (стр. 161).

О возможности столкновенія кометы съ землею.

Вслѣдствіе первобытныхъ, неизвѣстныхъ намъ причинъ, послужившихъ, впрочемъ, основаніемъ для нѣкоторыхъ космогоническихъ теорій, планеты нашей системы обращаются вокругъ солнца по одинаковому направленію и почти въ круговыхъ орбитахъ. Напротивъ-того, кометы проходятъ чрезвычайно вытянутые эллипсы и двигаются по всѣмъ возможнымъ направленіямъ. Возвращаясь отъ своихъ афеліевъ, онѣ постоянно проникаютъ сквозь нашу планетную систему и даже проходятъ между Меркуріемъ и солнцемъ. По этому нельзя отрицать возможности столкновенія кометы съ землею. Допустивъ возможность такого столкновенія, поспѣшимъ, однакожь, присовокупить, что вѣроятность его чрезвычайно мала. Это будетъ очевидно съ перваго взгляда, если мы сравнимъ неизмѣримость пространства, въ которомъ движется земной шаръ и кометы, съ незначительнымъ объемомъ этихъ тѣлъ. Математическое вычисленіе позволяетъ намъ даже опредѣлить въ числахъ степень такой вѣроятности, какъ-скоро мы предположимъ опредѣленный поперечникъ для кометы.

Возмемъ комету, о которой извѣстно только то, что въ своемъ перигеліѣ она подходитъ къ солнцу ближе земли и что ея поперечникъ равняется $^1/_4$ поперечника земнаго. Вычисленіе вѣроятностей показываетъ, что изъ 281 милліона возможныхъ случаевъ только одинъ благопріятенъ для столкновенія. Кажется такой результатъ можетъ успокоить самыхъ трусливыхъ людей. Если допустить, что поперечникъ кометы вдесятеро значительнѣе, то все таки

получимъ одинъ только возможный случай на 28,099,999 невозможныхъ.

Совсѣмъ другое дѣло возможность прохожденія земнаго шара сквозь кометный хвостъ: такого рода событія могутъ случаться не одинъ разъ въ теченіе одного столѣтія. Многіе астрономы полагаютъ даже, что такія событія совершились въ 1819 и 1823 годахъ, совершенно для насъ незамѣтно. Если же такихъ прохожденій въ упомянутыхъ годахъ не случилось, то причина тому заключалась только въ короткости хвостовъ кометъ тѣхъ годовъ, которые, въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, были направлены прямо къ землѣ.

Очень много было говорено о томъ, какія послѣдствія должно имѣть прохожденіе земли сквозь кометный хвостъ. Легко доказать, что разлитая кометная матерія нерѣдко можетъ попадать въ нашу атмосферу и такой причинѣ многіе авторы приписывали большую часть моровыхъ повѣтрій, о которыхъ воспоминаніе сохранилось въ исторіи. Особенно подробно былъ разсмотрѣнъ этотъ вопросъ англійскимъ врачемъ Форстеромъ. По его словамъ, самые нездоровые періоды нашей эры совпадали съ появленіями кометъ и явленія этихъ свѣтилъ сопровождались землетрясеніями, изверженіями вулкановъ и атмосферными потрясеніями; въ здоровыя же эпохи кометы не являлись. Кто приметъ на себя трудъ критически разсмотрѣть длинный каталогъ составленный Форстеромъ, тотъ едва ли согласится съ выводомъ упомянутаго англійскаго врача.

Сухіе туманы 1783 и 1831 годовъ также объясняли примѣсью частицъ кометныхъ хвостовъ къ атмосферному воздуху; но Араго̀ доказалъ всю неосновательность такого мнѣнія и объяснилъ упомянутые сухіе туманы чисто теллурическими причинами.

Во всякомъ случаѣ, по чрезвычайной разрѣженности вещества, образующаго кометные хвосты, земля можетъ пройти сквозь нихъ совершенно незамѣтно для земножителей.

Ю. (стр. 163).

Объ исчезновеніи кометы Лекселя.

Въ іюлѣ 1770 года астрономъ Мессьè открылъ между головою и сѣверною оконечностью лука Стрѣльца, комету, тогда еще невидимую для невооруженнаго глаза; впослѣдствіи, это свѣтило, приближаясь къ землѣ, быстро увеличивалось въ своихъ размѣрахъ и блескѣ и скоро сдѣлалось видимымъ для простаго глаза. Въ началѣ іюля комета скрылась въ лучахъ солнца, но 4-го августа появилась вновь и была наблюдаема до начала октября. Всѣ усилія астрономовъ представить совокупность всѣхъ сдѣланныхъ наблюденій, помощію параболическаго пути, остались тщетными. Причина того была открыта, только шесть лѣтъ спустя, Лекселемъ, давшимъ кометѣ свое имя. Русскій астрономъ доказалъ, что эта комета двигалась не по параболѣ, а по эллипсу, и совершала свой путь вокругъ солнца въ пять съ половиною лѣтъ.

Такое новое и вовсе неожиданное открытіе возбудило множество толковъ и возраженій; ибо всѣмъ казалось необъяснимымъ, почему свѣтило, проходящее столь часто по близости земли, оставалось для насъ до того времени непримѣтнымъ. Лексель отвѣчалъ, что его комета весьма легко могла быть новая; что она прежде описывала параболу, но въ 1767 году, проходя весьма близко отъ Юпитера, вліяніемъ этой планеты измѣнила путь свой на эллиптическій. Лексель присовокупилъ еще, что въ 1779 году, комета вновь должна проходить мимо Юпитера и что онъ можетъ статься отниметъ ее точно также, какъ далъ намъ ее. И въ самомъ дѣлѣ, астрономы тщетно ждали возвращенія кометы Лекселя.

Лапласъ, основываясь на вычисленіяхъ Буркхардта, разсмотрѣлъ въ своей «*Небесной Механикѣ*» путь, по которому должна была слѣдовать комета Лекселя, послѣ возмущенія первоначальнаго ея пути Юпитеромъ, въ 1779 году. Изъ этого казалось можно бы заключить о положеніи той кометы въ нашу эпоху; но оказывается совершенно противное. Величина, свойство и направленіе возмущеній, произведенныхъ на комету Юпитеромъ, не могутъ быть вычислены съ безусловною точностію, указанною Лапласомъ. Измѣняя нечувствительными величинами элементы орбиты относительно точности наблюденій, получатся для афелія столь различные пути, что остается сомнительнымъ, прошла ли комета чрезъ систему юпитеровыхъ спутниковъ по ту или по сю сторону планеты, или даже вовсе не прошла чрезъ эту систему.

Леверрье весьма подробно изслѣдовалъ вопросъ объ орбитѣ кометы 1770 года. Истощивъ безуспѣшно всѣ средства для опредѣленія съ нѣкоторою вѣроятностію настоящаго пути этой кометы, Леверрье пришелъ наконецъ къ положительному заключенію, что могущественнымъ дѣйствіемъ Юпитера эта комета, съ 1779 года, окончательно для насъ потеряна и что только неожиданный счастливый случай можетъ вновь указать намъ ее въ безпредѣльности небесныхъ пространствъ.

Я. (стр. 171).

Элементы орбиты новооткрытаго спутника Сатурна.

Элементы орбиты VIII спутника Сатурна, неизвѣстнаго въ ту эпоху, въ которую Лапласъ писалъ свое сочиненіе, суть слѣдующіе:

Разстояніе спутника отъ планеты, въ радіусахъ сатурнова экватора = 28.00.

Звѣздное обращеніе этого спутника = 79 дн. 7 ч. 7 м. 41 сек.

Такъ какъ этотъ новооткрытый спутникъ, по порядку разстояній отъ планеты, будетъ *седьмымъ*, то спутникъ обозначенной въ текстѣ Лапласа цифрою VII долженъ обозначаться впредь цифрою VIII.

Θ. (стран. 173).

Объ элементахъ орбитъ спутниковъ Урана.

Къ *шести* извѣстнымъ во времена Лапласа спутникамъ Урана, присоединились недавно еще *два*, открытые Ласселемъ въ октябрѣ и ноябрѣ 1851 года. Эти новые спутники находятся отъ планеты на разстояніи ближайшемъ чѣмъ всѣ прочіе; такъ что порядокъ ихъ, принятый Лапласомъ, должно измѣнить слѣдующимъ образомъ: сперва поставить два новооткрытые спутника; потомъ I-ый гершелевъ, который теперь уже будетъ III-мъ; прежній II-ой будетъ IV-мъ, и т. д.

Среднія разстоянія спутниковъ Урана, принявъ радіусъ планеты за единицу, изображены въ слѣдующей таблицѣ:

Нумера спутниковъ.	Среднія разстоянія.
I	7.44
II	10.37
III	13.12
IV	17.01
V	19.85
VI	22.75
VII	45.51
VIII	91.01.

Времена ихъ обращеній суть слѣдующія:

I	2дн.52	или	2дн.	12ч.	28м.	48с.
II	4 . 14		4	3	27	22
III	5 . 89		5	21	25	55
IV	8 . 71		8	16	55	12
V	10 . 96		10	23	3	50
VI	13 . 46		13	11	6	43
VII	38 . 08		38	1	48	0
VIII	107 . 69		107	16	39	22

Удобнѣе прочихъ для наблюденія суть IV и VI спутники. Времена ихъ обращеній опредѣлены съ большою точностію. Что же касается остальныхъ, то періоды ихъ вообще выведены, по третьему кеплерову закону, изъ наибольшихъ отдаленій ихъ отъ центральной планеты.

V. (стр. 221).

О поступательномъ движеніи солнца, со всею его системою, въ пространствѣ.

Еще Фонтенель, Брэдлей, Товія Майеръ и Ламбертъ довольно ясно выражали подозрѣнія свои о поступательномъ движеніи солнца въ пространствѣ. Лаландъ говорилъ въ 1776 году: «Вращательное движеніе солнца должно было произойти отъ толчка, направленнаго не чрезъ центръ тяжести свѣтила; но сила, такимъ образомъ направленная, производитъ нетолько вращательное движеніе: поступательное движеніе будетъ стольже необходимымъ слѣдствіемъ, предположивъ, что солнце, уже сгустившееся въ настоящую свою форму, получило толчокъ, сообщившій ему вращательное движеніе».

Вопросъ о поступательномъ движеніи солнечной системы въ небесныхъ пространствахъ ограничивался одними предположеніями въ то время, когда имъ впервые занялся Уйльямъ Гершель (въ началѣ 1783 года). Изъ весьма ограниченнаго числа собственныхъ движеній, извѣстныхъ въ ту эпоху, онъ опредѣлилъ положеніе точки неба, къ которой направляется солнце съ своею системою. Онъ нашелъ, что наша система движется по направленію звѣзды λ Геркулеса, или еще вѣрнѣе, къ точкѣ, находившейся въ 1783 году въ 257° прямаго восхожденія и 25° сѣвернаго склоненія. Такой результатъ могъ представляться только вѣроятнымъ, потому что онъ основывался на предположеніи, что собственныя движенія звѣздъ направлены равномѣрно во всѣ стороны.

Два года позже прекраснаго гершелева труда, Превò, занимаясь тѣми же изслѣдованіями, нашелъ для координатъ точки, къ которой направляется движеніе солнца, почти тоже самое склоненіе; но разность по прямому восхожденію доходила до 27°.

Аргеландеръ, въ началѣ 1837 года, основываясь на собственныхъ движеніяхъ 390 звѣздъ, нашелъ, что точка неба, къ которой направляется наше солнце, находилась:

	прям. восхожд.	сѣверн. склон.
Въ 1792 году.....	260°46′.6	31°17′.7
— 1800 году.....	260°50′.8	31°17′.3

Точка, опредѣляемая этими координатами, находится вблизи звѣзды шестой величины, обозначенной 143 въ XVII часѣ каталога Піацци.

Лундаль вычисленіями, основанными на собственныхъ движеніяхъ 147-ми звѣздъ, нашелъ для положенія этой точки въ 1790 году:

прям. восхожд.	сѣверн. склон.
252°53′	24°26′

Оттонъ Струве, изъ весьма тщательнаго изслѣдованія собственныхъ движеній 392 звѣздъ, вывелъ тѣ же координаты, для 1790 года:

прям. восхожд.	сѣверн. склон.
261°12′	27°36′

Согласіе между этими различными опредѣленіями, полученными посредствомъ различныхъ методъ, кажется, подтверждаетъ несомнѣнность движенія нашего солнца къ созвѣздію Геркулеса. Это еще яснѣе выводится изъ вычисленій Галловэя (Galloway), напечатанныхъ въ *Философическихъ трансакціяхъ* 1847 года. Основываясь на собственныхъ движеніяхъ 81-й звѣзды, видимыхъ преимуще-

ственно на южномъ небѣ и не вошедшихъ въ число звѣздъ разсмотрѣнныхъ Уйльямомъ Гершелемъ, Аргеландеромъ и Оттономъ Струве, Галловэй нашелъ, что солнце направляется къ точкѣ неба, которая въ 1790 году имѣла слѣдующія координаты:

прям. восхожд.	сѣверн. склон.
260°1	34°23′

Вычисливъ для 1850 года координаты точки небеснаго свода, къ которой направляется наше солнце, мы найдемъ:

	прям. восхожд.	сѣвер. склон.
по Аргеландеру . . .	258°23′.6	28°45′.6
по О. Струве	261°52′.6	37°33′.0
по Галловэю	260°33′.0	34°20′.0
Среднее . . .	260°19′.7	33°32′.9

Опредѣливъ, съ нѣкоторымъ приближеніемъ, направленіе поступательнаго движенія нашей солнечной системы въ пространствѣ, остается еще дознать скорость этого движенія.

В. Я. Струве вычислилъ, что наблюдатель, находящійся отъ солнца на среднемъ разстояніи звѣздъ второй величины, видѣлъ бы его движущимся съ годичною угловою скоростію 0″.34; а Петерсъ нашелъ, что параллаксъ 0″.209 соотвѣтствуетъ этому звѣздному разстоянію. Изъ этихъ чиселъ слѣдуетъ, что безусловная скорость движенія нашего солнца и всей его системы въ пространствѣ, по направленію къ созвѣздію Геркулеса, составляетъ около 7½ верстъ въ каждую секунду.

КОНЕЦЪ ПРИМѢЧАНІЙ ПЕРВАГО ТОМА.